

Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Verfügung vom 12. November 1861, die Zulässigkeit verschiedener Arten offener Quecksilber-Röhrenmanometer als Controlmanometer betreffend.

Es sind Zweifel darüber entstanden, welche Arten von offenen Quecksilber-Röhrenmanometern als zulässige Controlmanometer im Sinne des §. 11 des Regulativs über die Anlage von Dampfkesseln vom 31. August d. J. zu erachten seien.

Um einer ungleichartigen Anwendung der erwähnten Vorschrift vorzubeugen, mache ich darauf aufmerksam, daß alle zur Klasse der Gefäß- und Hebermanometer gehörigen Instrumente, wie solche in physikalischen und technischen Lehrbüchern, z. B. in dem Werke von Scholl „der Führer des Maschinenisten, 5. Auflage, Braunschweig 1860“, beschrieben und abgebildet sind, zu denjenigen Vorrichtungen gehören, welche den Druck der Dämpfe im Kessel zuverlässig angeben und als Controlmanometer zulässig sind, gleichviel, ob die Röhren an ihnen aus Glas oder aus Schmiedeeisen bestehen, sofern nur bei denselben eine Quecksilbersäule von 29 Zoll Höhe dem Druck einer jeden Atmosphäre entspricht.

Die Königliche Regierung hat diesen Erlaß zur Kenntniß der mit der Dampfkessel-Revision betrauten Beamten zu bringen.

Berlin, den 12. November 1861.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
von der Heydt.

An sämtliche Königliche Regierungen und
das Königl. Polizei-Präsidium hier.

Circular-Verfügung vom 23. November 1861, diejenigen Kategorien gering besoldeter Beamten betreffend, welche von der Unterhaltung ihrer Dienstwohnungen zu entbinden sind.

Mit Bezug auf die Circular-Erlasse des Herrn Finanzministers vom 22. April und des Herrn Ministers des Innern vom 14. August d. J. bestimme ich hiermit hinsichtlich der gering besoldeten Beamten der Handels-, Gewerbe- und Bauverwaltung, einschliesslich der Chaussee-Aufseher, daß diejenigen Kategorien derselben von der Unterhaltung der Dienstwohnungen nach Maafsgabe des §. 5 des Regulativs vom 18. October 1822 zu entbinden sind, deren Durchschnitts-Gehalt 250 Thlr. und darunter beträgt, ohne Unterschied, ob der einzelne Beamte zu einer etwas höheren Besoldungsstufe aufgerückt ist.

In zweifelhaften Fällen, insbesondere wo gleichstehende Kategorien in einzelnen Regierungs-Bezirken etwas höhere Durchschnitts-Soldsätze haben, ist meine Bestimmung einzuholen.

Berlin, den 23. November 1861.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
von der Heydt.

An sämtliche Königliche Regierungen und
an die Ministerial-Bau-Commission hier.

Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. XII.

Circular-Verfügung vom 23. November 1861, eine leichtere Bekleidung der Chaussee-Aufseher betreffend.

Auf den Antrag der Königlichen Regierung vom 8. v. Mts. genehmige ich, daß den Chaussee-Aufsehern gestattet werde, während der Sommermonate statt des vorgeschriebenen Uniform-Tuchrockes einer leichteren Bekleidung sich zu bedienen. Auch finde ich nach dem Vorschlage der Königlichen Regierung Nichts dagegen zu erinnern, daß die Sommerröcke aus leichterem Stoff von hechtgrauer Farbe, nach dem Schnitt des bei den Forstschutzbeamten eingeführten Paletots gefertigt und mit kleinen weiten Stehkragen und Aufschlägen in schwarzem Grunde mit Orange-Vorstofs versehen werden.

Bei Reisen der Allerhöchsten Herrschaften und bei sonstiger festlicher Veranstaltung ist jedoch jederzeit der Uniform-Tuchrock anzulegen.

Die Königliche Regierung hat hiernach die Chaussee-Aufseher Ihres Bezirks durch die Kreis-Baubeamten mit Nachricht und entsprechender Anweisung versehen zu lassen.

Die Anlagen des Berichts vom 8. v. Mts. erfolgen hierneben zurück.

Berlin, den 23. November 1861.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
von der Heydt.

An die Königliche Regierung zu N. N.
und Abschrift zur Kenntnißnahme und
gleichmäßigen Beachtung an sämtliche
übrige Königl. Regierungen.

Circular-Verfügung vom 28. November 1861, wonach unter Umständen auch dem Lehrer für Zeichnen etc. die Direction einer Provinzial-Gewerbeschule übertragen werden kann.

Nach §. 10 des Plans zur Organisation der Provinzial-Gewerbeschulen vom 5. Juni 1850 wird die Direction der Anstalt entweder dem ordentlichen Lehrer für Mathematik, Mechanik, Maschinenlehre und mechanische Technologie, oder dem Lehrer für Naturwissenschaften (Physik, Chemie, Mineralogie und chemische Technologie) übertragen.

Ich finde mich veranlaßt, diese Bestimmung dahin abzuändern, daß fortan die Direction der Provinzial-Gewerbeschule auch dem ordentlichen Lehrer für Zeichnen, Modelliren und Bauconstructionslehre übertragen werden kann, sofern derselbe die Prüfung als Baumeister für den Staatsdienst oder als Privat-Baumeister abgelegt hat und in letzterem Falle den Besitz der von den Staats-Baumeistern geforderten allgemeinen Schulbildung nachweist. Die Königliche Regierung wolle die Curatorien der Provinzial-Gewerbeschulen Ihres Bezirks hiervon in Kenntniß setzen.

Berlin, den 28. November 1861.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
von der Heydt.

An sämtliche Königliche Regierungen.

Circular-Verfügung vom 6. Februar 1862 nebst Gutachten, die sogenannten Selbstentwickler in Mineralwasser-Fabriken betreffend.

Auf den Bericht vom 20. November v. J., die Anwendung der sogenannten Selbstentwickler in den Mineralwasser-Fabriken betreffend, erhält das Königliche Polizei-Präsidium anliegend Abschrift eines von der Königlichen technischen Deputation für Gewerbe am 21. v. M. abgegebenen Gutachtens, welches über die zur Vermeidung von Explosions-Gefahr bei der Construction der Fabrikations-Apparate zu beachtenden Bedingungen den erbetenen Aufschluss ertheilt.

Berlin, den 6. Februar 1862.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
von der Heydt.

An das Königliche Polizei-Präsidium hier
und Abschrift zur Kenntnissnahme und
Beachtung an sämtliche Königliche Re-
gierungen.

(Abschrift.)

In Folge der mehrfach vorgekommenen Explosionen der sogenannten Selbstentwickler in hiesigen Mineralwasser-Fabriken hat das Königliche Polizei-Präsidium die Frage in Erwägung gezogen, ob die Benutzung dieser Apparate ganz zu untersagen und fortan nur die der zu diesem Zwecke ebenfalls gebräuchlichen sogenannten Pumpen-Apparate, die anscheinend eine größste Sicherheit gewährten, zu gestatten sei. Da aber das Polizei-Präsidium darüber in Zweifel ist, ob letztere Apparate gegen die Gefahr einer Explosion vollkommene Sicherheit gewähren und daher durch die Maasregel eines Verbotes der Selbstentwickler, welche auch eine große Zahl anderer Fabriken, die mit der Bereitung kohlensaurer Getränke sich beschäftigen, treffen würde, der beabsichtigte Zweck möglicher Weise nur zum Theil erreicht werden könne — so wünscht dasselbe durch ein technisches Gutachten folgende Fragen beantwortet zu sehen:

1) ob die sogenannten Selbstentwickler selbst bei guter Beschaffenheit und ordnungsmäßigem Betriebe die Gefahr einer Explosion bieten;

2) ob event. durch irgend welche Vorkehrungen diese Gefahr vermieden werden könne.

Gemäß des nebst Anlage wieder beigefügten hohen Decrets vom 24. November v. J. verfehlen wir nicht, unser Gutachten im Folgenden abzugeben.

Was zunächst die Pumpen-Apparate anbetrifft, so bestehen solche nach der hier üblichen Construction:

a) aus einem stehenden cylindrischen Entwicklungsgefäße von Blei, mit einer Rührvorrichtung versehen, in welches aus einer gläsernen Flasche die Schwefelsäure eingeführt wird;

b) aus mehreren mit Wasser gefüllten gläsernen Flaschen, durch welche mittelst Röhren das kohlensaure Gas aus dem Entwicklungsgefäße in einen gewöhnlichen Gasometer

c) geleitet wird. In diesem für sich bestehenden Theil des ganzen Apparates beträgt beim normalmäßigen Betriebe die Spannung des Gases etwa $\frac{1}{2}$ Atmosphäre. Der Entwicklungs-Cylinder ist mit einem Sicherheitsventil versehen, um sowohl eine zu heftige Entwicklung des Gases, als auch ein etwaiges Verstopfen des Abzugsrohres möglichst unschädlich zu machen. Der andere Theil des Apparates besteht

d) aus einer Druckpumpe, welche das kohlensaure Gas aus dem Gasometer, nebst Wasser in einen aus Kupfer gefertigten cylindrischen Recipienten oder Compressions-Cylinder

e) preßt, aus dem das kohlensaure Wasser dann zur Verwendung in Flaschen gefüllt wird. Dieser letztere Theil des

Apparates hat einen Druck von etwa 6 Atmosphären auszuhalten, weshalb der Compressions-Cylinder mit einem nach diesem Drucke bemessenen Sicherheitsventile, sowie mit einem Manometer versehen wird.

Der sogenannte Selbstentwickler unterscheidet sich in seiner allgemeinen Einrichtung von dem vorhin beschriebenen Pumpen-Apparat nur dadurch, daß der Gasometer (c) und die Druckpumpe (d) wegfallen, und das kohlensaure Gas mittelst eines Rohres direct dem mit Wasser gefüllten Compressions-Cylinder zugeführt wird. Das unterscheidende Merkmal beider Apparate besteht also darin, daß der Druck, unter welchem die Verbindung des Gases mit dem Wasser bewirkt wird, bei Pumpen-Apparaten durch eine Pumpe, bei Selbstentwicklern dagegen durch das Gas selbst geschieht. Alle Theile des letzteren Apparates haben daher den im Compressions-Cylinder herrschenden Druck von etwa 6 Atmosphären auszuhalten, weshalb statt der gläsernen Flaschen solche von Kupfer angewendet werden, auch der bleierne Entwicklungs-Cylinder mit einem kupfernen Mantel versehen werden muß.

Aus dem Vorstehenden geht hervor, daß die Pumpen-Apparate in soweit eine größere Sicherheit gegen Explosionen bieten, wie ein Selbstentwickler, als beim normalmäßigen Betriebe nur zwei Haupttheile des Apparates einem hohen Drucke ausgesetzt sind, auch der Arbeiter sich jeden Augenblick von dem Gange der Entwicklung überzeugen und etwaigen Störungen vorbeugen kann, was bei den Selbstentwicklern, wenn auch nicht gerade unmöglich, doch weit schwieriger ist.

Unter übrigens gleichen Umständen bieten die Pumpen-Apparate jedoch eben so wenig eine absolute Sicherheit gegen die Gefahr einer Explosion wie die Selbstentwickler, weil bei beiden Apparaten die Möglichkeit einer bedrohlichen Spannung im Entwicklungsgefäße in Folge einer stürmischen Entwicklung, oder des Verstopfens des Gas-Abführungsrohres, in gleichem Maße vorhanden ist. Es ist daher zur möglichsten Abwendung dieser Gefahr jedenfalls erforderlich, in beiden Apparaten die Entwicklungs-Cylinder, ebenso wie die Compressions-Cylinder, mit einem der Stärke der Gefäße entsprechend belasteten Sicherheitsventil zu versehen.

Soviel uns bekannt, werden in den größeren Mineralwasser-Fabriken hiesiger Stadt nur Pumpen-Apparate benutzt. Bloß die kleineren Fabriken bedienen sich vorzugsweise der Selbstentwickler, weil sie bedeutend billiger zu beschaffen sind, als jene. Ihre Construction ist so einfacher Art, daß jeder Klempner oder Kupferschmied sie verfertigen kann, woher es auch kommt, daß gerade diese Apparate meistens weniger solide gearbeitet sind und, um sie möglichst billig liefern zu können, nicht bloß bis zur Ungebühr an Material gespart wird, sondern auch die gewöhnlichsten Sicherheits-Vorrichtungen ganz fortgelassen werden. So wird in den meisten Fällen das kleinere Entwicklungsgefäße, welches doch einem bedeutenden Drucke ausgesetzt ist, weder mit einem gehörig starken Mantel, noch mit einem Sicherheitsventil versehen.

Der Grund der bei den Selbstentwicklern vorgekommenen Explosionen liegt daher nicht etwa darin, daß diese Apparate in Folge ihrer besonderen Einrichtung erheblich gefährlicher sind als Pumpen-Apparate, sondern ist vorzugsweise darin zu suchen, daß sie, wie vorhin angegeben, in der Regel weniger solide und sicher gebaut, auch möglicher Weise bei ihrer vorzugsweisen Benutzung in kleineren Fabriken nicht mit derjenigen Sorgsamkeit und Einsicht behandelt werden, die in größeren Fabriken derartigen Apparaten zugewendet wird. Hierin kann jedoch, unseres Erachtens, kein genügendes Motiv gefunden werden, die Benutzung der Selbstentwickler zu untersagen, wohl aber ein triftiger Grund, im Interesse der öffent-

lichen Sicherheit auf die Beseitigung von augenfälligen Mifsbräuchen hinzuwirken, durch welche ein nützlicher und an und für sich gefahrloser Apparat in seiner Benutzung gefährlich gemacht wird.

Wir tragen daher kein Bedenken, die von dem Königlichen Polizei-Präsidium unter 1) gestellte Frage: „ob die sogenannten Selbstentwickler selbst bei guter Beschaffenheit und ordnungsmäßigem Betriebe die Gefahr einer Explosion bieten“ — zu verneinen, und erlauben uns bezüglich der zweiten Frage in Folgendem diejenigen Bedingungen näher aufzustellen, die bei Beantwortung der ersten Frage vorausgesetzt sind, und auf deren Beobachtung bei jedem derartigen Apparate zu halten sein dürfte:

1) Alle einzelnen Theile der in Mineralwasser-Fabriken benutzten sogenannten Selbstentwickler müssen, mit Ausnahme der Garnituren, aus gutem Kupferblech gefertigt sein, und in ihren Wandungen eine solche Stärke besitzen, daß sie einem mittelst einer Druckpumpe auszuübenden Drucke von 6 Atmosphären mit Sicherheit zu widerstehen im Stande sind.

2) Die aus Blei gefertigten Entwicklungsgefäße müssen ebenfalls mit einem den vorstehenden Anforderungen entsprechenden aus Kupferblech gefertigten Mantel versehen sein.

3) Sowohl die Entwicklungsgefäße als auch die Compressions- oder Mischungsgefäße sind mit einem Sicherheitsventil von mindestens 1 □ Zoll lichter Oeffnung zu versehen, welches so belastet sein muß, daß sich dasselbe öffnet, sobald der Druck im Apparate das zulässige Maximum von 6 Atmosphären überschritten hat.

4) Die Compressions- oder Mischungsgefäße sind aufser dem Sicherheitsventil (3) mit einem Manometer zu versehen, welches den darin stattfindenden Druck in Atmosphären oder in Pfunden pro □ Zoll zuverlässig anzeigt, und bei dem der höchste noch zulässige Druck durch eine in die Augen fallende Marke bezeichnet werden muß.

Die vorstehenden Bestimmungen beziehen sich, wie erwähnt, ausschließlich auf Selbstentwickler, da ein Bedürfnis zum Erlafs ähnlicher Vorschriften für Pumpen-Apparate zur Zeit nicht vorhanden zu sein scheint. Als Anhalt für die polizeiliche Beaufsichtigung der letzteren Apparate führen wir daher an, daß für die sogenannten Pumpen-Apparate die obigen Vorschriften unter Nr. 1. bis 4. incl. wie folgt zu modificiren sein dürften:

A. Die Bestimmung unter 1) findet nur auf die Compressions- oder Mischungs-Cylinder nebst Pumpe Anwendung, da bloß diese Theile des ganzen Apparates einem Druck bis zu 6 Atmosphären ausgesetzt sind.

B. Von der Bestimmung unter 2) kann mit Rücksicht darauf, daß die Entwicklungsgefäße nur einem geringen Drucke zu widerstehen haben, abgesehen werden; es darf jedoch

C. das unter 3) für das Entwicklungsgefäß vorgeschriebene Sicherheitsventil nur so stark belastet werden, daß sich dasselbe schon bei einem Drucke von $\frac{1}{2}$ Atmosphäre öffnet.

D. Die Bestimmung 4) bleibt dagegen un geändert.

Die Königliche technische Deputation für Gewerbe.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

Des Königs Majestät haben:

die Geheimen Bauräthe Kawerau und Nottebohm in Berlin zu Geheimen Ober-Bauräthen,

den Geheimen Berg- und Baurath Redtel in Berlin zum Geheimen Ober-Bergrath,

den Ober-Bauinspector Gottgetreu zu Münster zum Regierungs- und Baurath,

den Eisenbahn-Bauinspector Simon, Mitglied der Königl. Direction der Westfälischen Eisenbahn in Münster zum Eisenbahn-Director mit dem Range eines Raths IV. Klasse,

den Eisenbahn-Bauinspector Koch in Breslau und

den Baurath Borggreve, technisches Mitglied der Königl. Telegraphen-Direction in Berlin, zu Regierungs- und Bauräthen ernannt und ferner:

dem Bauinspector Schinkel zu Posen,

dem Ober-Bauinspector Brennhausen zu Breslau, sowie dem seitherigen Ober-Ingenieur und Betriebs-Director der Berlin-Stettiner Eisenbahn, Baumeister Calebow zu Stettin den Charakter als Baurath verliehen.

Dem pp. Gottgetreu ist die erledigte Regierungs- und Bauraths-Stelle in Cöln,

dem pp. Koch die Stelle des technischen Mitgliedes des Königl. Eisenbahn-Commissariats zu Berlin, und

dem in dieser letzteren Stelle bisher fungirenden Regierungs- und Baurath Schwedler die Stelle des Vorstandes des technischen Eisenbahn-Büreaus bei dem Königl. Ministerium für Handel etc. verliehen.

Befördert sind:

der Bauinspector Plate zu Siegen zum Ober-Bauinspector in Münster,

der Eisenbahn-Baumeister Jul. Dieckhoff zu Ratibor zum Eisenbahn-Bauinspector unter Verleihung der Betriebsinspector-Stelle bei der Wilhelmsbahn,

der Land-Baumeister Robert Cremer zu Cöln zum Bauinspector in Aachen, und

der Eisenbahn-Baumeister Quassowski zu Saarbrücken zum Eisenbahn-Bauinspector unter Verleihung der Betriebsinspector-Stelle bei der Saarbrücker Eisenbahn.

Ernannt sind:

der Eisenbahn-Bauinspector Siegert in Breslau zum technischen Mitgliede der Königl. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn daselbst und

der mit der Ausführung des Dombaues beauftragte Baumeister Voigtel (Carl Eduard Richard) zum Land-Baumeister in Cöln.

Versetzt sind:

der Eisenbahn-Baumeister Geifler zu Gladbach als Kreis-Baumeister nach Cleve,

der Eisenbahn-Betriebsinspector Hildebrand von Königsberg nach Bromberg, und

der Eisenbahn-Baumeister Magnus von Bromberg nach Cüstrin.

Dem Betriebsinspector Micks ist die Verwaltung der Eisenbahnstrecke Marienburg-Königsberg und

dem Eisenbahn-Baumeister Schorfs, bisher in Cüstrin, die Verwaltung der Betriebsinspektion Königsberg-Norkitten übertragen.

In den Ruhestand treten:

der Baurath Cremer zu Aachen und

der Baurath Kaufmann zu Genthin.

Gestorben sind:

der Regierungs- und Baurath von Bernuth zu Posen, und der Baurath Vogt zu Lyk.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Die Herzogliche Grabcapelle auf dem Friedhofe zu Coburg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 24 bis 28 im Atlas.)

Zur Beisetzung verstorbener Mitglieder der Herzoglichen Familie von Sachsen-Coburg-Saalfeld, resp. von Sachsen-Coburg-Gotha, waren zwei unterirdisch liegende, dumpfe Gewölbe der Stadtkirche zu St. Moriz in Coburg bestimmt, die aber im Laufe der Zeit so weit mit Särgen angefüllt worden waren, daß es schon aus diesem Grunde zweckmäßig befunden wurde, die Großeltern des jetzt regierenden Herzogs Ernst II, Herzog Franz mit Gemahlin, in einem besonderen Mausoleum im Herzoglichen Schloßgarten zu Coburg beizusetzen. Da nun auch ferner die Gruft unter der Kirche des Schlosses Friedenstein zu Gotha nur noch geringen Raum gewährte, die sogenannte heilige Insel im Herzoglichen Park zu Gotha nur zur Begräbnisstätte des Herzogs Ernst II. und seiner beiden Söhne, der Herzöge August und Friedrich von Sachsen-Gotha-Altenburg, mit deren Ableben diese Linie der Herzoglich Sächsischen Häuser erlosch, bestimmt war, so faßte der nunmehr auch dahingeschiedene Herzog Ernst I. von Sachsen-Coburg-Gotha den Entschluß, eine neue Begräbnisstätte für das Herzogliche Haus herzustellen.

Als Bauplatz war der Eckardtsberg, der Veste Coburg gegenüber liegend, bestimmt worden. Hier sollte eine Kirche mit zwei Thürmen erbaut werden.

Bei der Höhe des Eckardtsberges hätte jene Kirche in großen Dimensionen erbaut werden müssen, wenn sie, besonders bei den großen Massen der gegenüberliegenden Festungs-Gebäulichkeiten, dem Zweck und der Würde ihrer Bestimmung entsprechend hätte erscheinen sollen.

Zu diesem Bau waren zwei Projecte ausgearbeitet worden, das eine von dem Director Heideloff in Nürnberg, das andere von dem Unterzeichneten.

Der Ausführung des Bauwerks standen besondere Schwierigkeiten entgegen, indem es auf jener Baustätte gänzlich an Wasser fehlte, auch erst eine förmliche Strafe zur Beischaffung der Baumaterialien auf eine Stunde Weges zu bauen war.

Während nun noch über die Ausführung des einen oder des anderen Projects und über die Beseitigung der genannten Schwierigkeiten berathen wurde, überraschte den Höchsten Bauherrn im Jahre 1844 in Gotha der Tod. Seine Leiche wurde einstweilen in der Gruft der Schloßkirche zu Gotha beigesetzt.

Wegen der oben bemerkten Schwierigkeiten sowohl, als wegen der ganz isolirten und von Coburg sehr entfernten Lage der Baustätte auf dem Eckardtsberge wurde dieselbe nunmehr aufgegeben, und bestimmt, daß die neue Begräbnis-Capelle auf dem für die Stadt Coburg neu anzulegenden Friedhofe, nahe bei der Stadt, auf dem sogenannten Glockenberge erbaut werden solle.

Eines Theils durch die Verzögerung der Instandsetzung des neuen Gottesackers, anderen Theils durch die politischen Ereignisse der folgenden Jahre war auch die Ausführung der Herzoglichen Begräbnis-Capelle hinausgeschoben worden.

Der Unterzeichnete erhielt hierauf von den beiden Höchsten Bauherren, Sr. Hoheit dem regierenden Herzoge Ernst II. von Sachsen-Coburg-Gotha und Sr. Königl. Hoheit dem Prinzen Albert, Prinz-Gemahl der Königin Victoria von England, den ehrenvollen Auftrag, zur Erbauung einer Herzoglichen Begräbnis-Capelle auf dem neuen Friedhofe zu Coburg Projecte auszuarbeiten und vorzulegen.

Bei der Anlage dieses Friedhofes war zu diesem Zweck ein großer kreisrunder Platz, auf der Seite nach der Stadt zu gelegen, bestimmt worden. Diesem angepaßt hatte ich mehrere Projecte in achteckiger, runder, quadratförmiger Form ausgearbeitet, von welchen denn ein Project in achteckiger Grundform mit Kuppelbau die Genehmigung der Höchsten Bauherren erhalten hatte.

Nachdem hierzu sämtliche Ausführungs- und Detail-Zeichnungen gefertigt waren, wandte sich der Magistrat der Stadt Coburg mit dem Gesuch an die Höchsten Bauherren, bei der projectirten Begräbnis-Capelle auf die Herstellung einer größeren Vorhalle Bedacht zu nehmen, in welcher im Fall ungünstiger Witterung bei Privat-Leichenbegängnissen Leichenreden abgehalten werden könnten.

Diesem Gesuch mußte man Berücksichtigung angedeihen lassen; deshalb wurde das bereits genehmigte Project wieder aufgegeben und der Unterzeichnete beauftragt, ein neues auszuarbeiten. In Folge dieser Bestimmung ist der nunmehr zur Ausführung gekommene Bau von dem Unterzeichneten entworfen worden. Derselbe enthält, wie aus den Grundrissen zu ersehen ist, eine geräumige, überwölbte Vorhalle zur Abhaltung von Feierlichkeiten bei Privat-Leichenbegängnissen; von dieser

gelangt man durch drei Thüren in die eigentliche Capelle, an welche sich rechts und links die gewölbten Hallen, in zwei Stockwerken übereinander, zur Aufstellung der Särge der dahingeschiedenen Mitglieder der Herzoglichen Familie anschließen.

Ueber der Vorhalle befindet sich ein großer Raum, der zu gleichem Zweck, dann aber auch dazu dienen soll, bei feierlichen Beisetzungen Musikchöre angemessen aufzustellen. Neben der Vorhalle, unter der nach den oberen Räumen führenden Treppe, befindet sich ein Magazinraum. Die ebengenannte Treppe, von Gußeisen construirt, nimmt die Hälfte der Breite einer sehr allmählig ansteigenden massiven Rampe ein, auf welcher die Särge in die oberen Räume gebracht werden können.

Die Fundamentirung des Gebäudes hatte keine besonderen Schwierigkeiten, da ein fester Keuperboden einen guten Baugrund darbot.

Die Begräbnis-Capelle wurde ganz in einem blaugrauen Sandstein ausgeführt, der nur dreiviertel Stunden von der Baustätte entfernt gebrochen wurde.

Mörtel-Verputz sollte so weit als möglich vermieden werden, und so ist denn auch das ganze Wandwerk mit allen Gesimsen, Gliederungen und sonstigen Decorationen, sowohl innerlich wie äußerlich, in Haustein, ohne Verputz ausgeführt worden. Alle Gesimse etc., sowie auch das ganze Wandwerk im Innern sind fein geschliffen, das Wandwerk äußerlich fein gekörnt. Auch das Kreuzgewölbe der Vorhalle ist in Haustein ohne Verputz ausgeführt, und nur die Gewölbe der Seitenhallen sind in Ziegelsteinen gefertigt und geputzt worden, weil die inzwischen begonnenen Bauten der Werra-Eisenbahn sehr viele Arbeitskräfte, besonders an geschickten Steinhauern, in Anspruch nahmen und ich mich daher beeilen mußte, den Bau der Begräbnis-Capelle zu Ende zu bringen, was bei einer Ueberwölbung mit Sandsteinquadern so schnell nicht zu bewirken war.

Die Freitreppe ist ganz von Granit aus dem Fichtelgebirge hergestellt. Die Böden der Hallen zur Aufnahme der Särge sind mit weißen Sandsteinplatten ausgelegt, während in der Vorhalle der Bodenbelag in rothen Sandsteinplatten mit schwarzen Ecken und weißen Friesen ausgeführt ist.

Der Fußboden der eigentlichen Capelle ist mit geschliffenen und polirten schwarzen, rothen und gelben Marmorplatten aus dem Fichtelgebirge ausgelegt, das griechische Kreuz in der Mitte des Bodens in grünlich-grauem Marmor gehalten.

Dieser Marmorboden sowohl, als der Altar mit dem großen Kreuze dahinter, von schwarzem Marmor auf Stufen von grauem Marmor mit Achat-Adern, ist in der Königl. Baierischen Straf-Anstalt zu Baireuth mit großer Genauigkeit und Sauberkeit angefertigt worden.

Auf der vorderen Seite der Capelle ist über dem Haupteingang die Devise Herzog Ernst's des Frommen zu Gotha, des Stifters der Herzogl. Sächsischen Häuser:

„In Stille und Hoffnung“
angebracht.

Auf beiden Giebeln befinden sich große, in Zinkguß ausgeführte und vergoldete Kreuze.

Die Eingänge zu der Vorhalle der Grabcapelle sind mit gußeisernen Gitterthoren geschlossen.

In der Vorhalle sind Ruhebänke angebracht, über welchen sich glatte Flächen zu Inschriften befinden. Eine der Seiten enthält bereits folgende Inschrift:

„Familiengruft
des Herzoglichen Hauses zu Sachsen-Coburg-Gotha,
von den Häuptern der sämtlichen Linien desselben
erbaut, im Jahr des Herrn 1858, dem fünfzehnten der
Regierung des Herzogs Ernst II.“

Die Thüren im Innern des Gebäudes sind stark in Eichenholz, mit durchbrochenen Füllungen in Zinkguß hergestellt, alle sonstigen Ornamente daran sind in Eichenholz geschnitzt.

Die eigentliche Capelle ist durch große Fenster im oberen Stock erleuchtet, welche Fenster mit ornamentirten, gemalten Tafeln verglast sind.

Die sechs freien Felder neben dem Altar und den Thüren, welche nach den Seitenhallen führen, sind zur Aufstellung von Statuen bestimmt, während die im oberen Theil der Capelle angebrachten Tragsteine Büsten erhalten sollen.

Die Decke der Capelle mit ihren Trägern ist in Holz gearbeitet, welches seine natürliche Farbe behalten hat und mit reicher Vergoldung verziert worden ist.

Alle Ornamente an der Decke sind in Holz geschnitzt, die Füllungen der Cassetturen sind mit blauen Glastafeln, in welche weiße Sterne eingeschliffen sind, geschlossen, was bei den im Dach darüber angebrachten Oberlichtfenstern eine schöne Wirkung hervorbringt.

Die Seitenhallen, zur Aufnahme der Särge und Sarcophage bestimmt, haben ebenfalls die Steinfarbe behalten; die Fenster daselbst sind mit eisernen Gittern, den Fensterrahmen angepaßt, versehen, welche letztere mit gewelltem weißen und violetten Glas geschlossen sind.

Von dem Raum über der Vorhalle führt eine leichte hölzerne Wendeltreppe nach den Dachräumen.

Der jetzt in Gotha angestellte Bezirks-Bauinspector Klug hat, bei dem entfernt liegenden Wohnsitz des Unterzeichneten, als Bauführer dieses Baues die wesentlichsten Dienste geleistet und das Seinige zum Gelingen des Bauwerks beigetragen.

Der Aufwand für dasselbe hat betragen:

für Erdarbeiten	381 fl. 18 kr.
„ Steinhauer- und Maurerarbeiten .	23382 „ 28 „
„ Stein- und Mörtelmaterialien dazu	17782 „ 22 „
„ Zimmerarbeiten	2515 „ 34 „
„ Tischlerarbeiten	2247 „ 27 „
„ Schlosserarbeiten, incl. Fenster- rahmen	2440 „ 5 „
Latus	48749 fl. 14 kr.

	Transport	48749 fl.	14 kr.
für Schmiedearbeiten	1326 „	8 „	
„ Glaserarbeiten, incl. der Glasmale- rei und der blauen Glastafeln in der Decke der Capelle	2761 „	14 „	
„ Klempnerarbeiten	1912 „	18 „	
„ Kupferschmiedearbeiten	731 „	20 „	
„ Tüncher-, Anstreicher- und Ver- golderarbeiten	3781 „	32 „	
„ Schieferdeckerarbeiten	833 „	25 „	
„ Eisengußarbeiten	1478 „	27 „	
„ Zinkgußarbeiten	1558 „	11 „	
Latus	63131 fl.	49 kr.	

	Transport	63131 fl.	49 kr.
für Bildhauerarbeiten in Stein u. Holz	4106 „	51 „	
„ Marmorarbeiten	4000 „	— „	
„ Asphaltarbeiten, Isolirschicht in den Mauern und unter dem Mar- morboden,	411 „	45 „	
„ Extraordinaria, wie z. B. für den Bauführer, den Baudiener, die Bau- hütte, Einfriedigung der Bau- stätte, das Nothdach für den Winter etc.	14995 „	29 „	
in Summa	86645 fl.	54 kr.	

Gust. Eberhard.

Die Dockbauten zu Birkenhead in England.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 29 bis 31 im Atlas.)

Diese bedeutenden Dockbauten, deren Lage auf dem im Jahrgange IX dieser Zeitschrift, Blatt 8, mitgetheilten Situationsplane mit punktirten Linien angedeutet ist, sind, nachdem das Englische Parlament auf den Antrag der Liverpooler Dockverwaltung in den Jahren 1859 und 1860 seine Genehmigung zu den vorgelegten Projecten ertheilt hatte, unter der Oberleitung des Herrn S. B. Hartley mit großer Energie betrieben worden. Sie bestehen zunächst in der Herstellung eines großen, 500 Fuß breiten Bassins*), *Great Float*, die große Flöße genannt, dessen Sohle auf 9 Fuß unter dem Nullpunkt des dortigen Pegels angelegt ist. Die südliche Seite dieses Bassins war schon mit Kaimauern eingefast, die der Ingenieur Rendel ausgeführt hatte. Da die Fundirung derselben aber nur 10 Fuß tief unter dem Nullpunkt des Pegels angelegt war, so erfolgte beim Ausheben der Bassinsohle ein Ueberweichen dieser Mauern, deren größeren Theil zu erhalten indessen dadurch gelang, daß man nach Aufgrabung der Erde hinter denselben ein trockenes Mauerwerk aufführte und nach vorn die Fundamente um ein entsprechendes Stück verbreiterte, dessen Größe von der jedesmaligen Beschaffenheit des Bodens abhing. Ein nicht unbedeutlicher Theil dieser Mauern mußte mit den Kaimauern der nördlichen Seite neu aufgebaut werden. In Fig. 5 und 6 Blatt 29 sind zwei Durchschnitte der letzteren dargestellt, wovon der eine an dem östlichen, der andere an dem westlichen Ende genommen ist. — Die aus dem Bassin gewonnene Erde wurde zur Hinterfüllung der Mauern und zur Bildung der Kaistraße benutzt. Bei dem sehr lebhaften Betriebe dieser Arbeiten mittelst Erdwagen hatten die Futtermauern auf einmal den Druck einer bedeutenden losen Erdmasse auszuhalten, der so gewaltig wurde, daß

sie anfangen, sich nach vorn zu neigen. Dies gab Veranlassung, mit der Hinterfüllung fortan vorsichtiger zu Werke zu gehen, indem man, wie Fig. 6 es zeigt, die Böschung des natürlichen Terrains abtreppte, und nun die Ausfüllung des zwischen der Böschung und den Mauern liegenden Winkels, je nachdem die Aufführung der Mauern vorschritt, bewirkte. Die Fundirung der letzteren ist durchweg auf Concret ausgeführt, da der Baugrund meistens schlecht war. In der Nähe der beiden Brückenhäupter stieß man sogar auf die Ueberreste eines alten Waldes, so daß hier ein Pfahlrost von 15 Fuß langen, 14 Zoll starken Pfählen, die 4½ Fuß von Mitte zu Mitte entfernt stehen, angewendet werden mußte.

Diese Brückenhäupter bilden einen wichtigen Theil der ganzen Anlage. Sie stellen eine durch ein Caisson zu schließende 100 Fuß weite Einfahrt in das Dockbassin her und dienen zugleich zur Aufnahme einer Drehbrücke, welche die Communication zwischen beiden Ufern vermittelt. Die sämtlichen Mauern, Drempele etc. des in Fig. 1 Blatt 29 im Grundriß dargestellten Bauwerks stehen, wie bereits erwähnt, auf einem Pfahlrost und sind, wie die punktirten Linien andeuten, von 6 Zoll starken Spundwänden umschlossen. Zwei Umlauf-Canäle, die der ganzen Länge nach in den Brückenhaupt-Mauern ausgespart sind, stellen die Verbindung zwischen dem Binnen- und dem Außenwasser her, während eine an dem westlichen Ende quer durch den Kammerboden geführte 4 Fuß weite eiserne Röhre zur Aufnahme der Gas- und Wasserleitungsröhren dient. Fig. 2 stellt den Querschnitt, Fig. 3 den Längenschnitt und Fig. 4 die Seitenansicht des Bauwerks dar.

Das nördliche Brückenhaupt dient als Drehpfeiler der im Ganzen 180 Fuß langen und 40 Fuß breiten Brücke. Drei Blechträger bilden die tragende Construc-

*) Dasselbe wurde bereits am 1. September 1860 eröffnet.

tion und theilen die Brückenbahn dergestalt, daß sich zwischen ihnen ein Geleise mit einem Karrenwege, an den Außenseiten aber zwei Fußpassagen befinden*).

Diesen bedeutenden Bauwerken reiht sich die Anlage von drei neuen Trocken-Docks an. Die noch im Bau begriffenen Docks liegen auf der Südseite der großen Flöße, an deren westlichem Ende, und sind von derselben durch je ein Paar Stemthore abgeschlossen. Unter einer Anzahl verschiedener Projecte, die für diese Anlagen gemacht waren, wurden die auf Blatt 30 und 31 dargestellten durch eine aus Schiffsbaumeistern bestehende Commission ausgewählt. Die mit No. I und No. II bezeichneten Docks, welche gleiche Construction und Größe haben, sind für weniger große Schiffe, deren in der Regel zwei bis drei darin Platz finden dürften, bestimmt, während das dritte Dock, dessen Construction von der gewöhnlichen einige Abweichungen zeigt, die größten atlantischen Dampfboote aufzunehmen im Stande ist. (Das in Fig. 3 Blatt 31 eingezeichnete Schiff ist das größte der Englisch-Amerikanischen Postschiffe, die „Scotia“.) Auch hier war der Baugrund nicht von der besten Beschaffenheit. Die Schleusenhäupter sind deshalb auf Concret fundirt und mit Spundwänden eingefasst, wie die punktirten Linien in den Grundrissen auf Blatt 30 andeuten. Die Trockenlegung der Baustelle wurde durch einen in der Flöße errichteten Fangedamm ermöglicht, während Pumpwerke das Grundwasser, welches sich in dem Brunnen A (vergl. Blatt 30) sammelte, beseitigten. Auf Blatt 31 ist in Fig. 1 ein Längenschnitt durch eines der beiden Docks No. I oder II, in Fig. 2 ein Querschnitt von No. II und III dargestellt, und

*) Details von Caisson und Brücke werden später folgen.

Die romanischen Kirchen im Fürstenthum Waldeck.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 32 und 33 im Atlas.)

Das Fürstenthum Waldeck, ein kleines, in Bezug auf seine Baugeschichte fast ganz unbekanntes Ländchen, enthält nichts desto weniger, die ganz kleinen Capellen ungerechnet, auf seinen 20 □ Meilen über 20 mittelalterliche Kirchen. Außer einigen darauf bezüglichen Mittheilungen, welche wohl nicht über die Grenzen des Landes hinaus gedrungen sind und keine Zeichnungen enthalten, ist ein Aufsatz in dieser Zeitschrift, Jahrg. VI. S. 495—504, über die St. Kilianskirche zu Korbach vielleicht das Einzige, was über dieses Gebiet veröffentlicht ist, und soll nachfolgend Einiges über die romanischen Kirchen im Fürstenthum Waldeck hinzugefügt werden.

Die Lage des Ländchens auf der Grenze zweier Völkerstämme, der Franken und Sachsen, wo mit den Kriegszügen das Christenthum früh eindrang, macht

dürfte diesen Figuren mit Hinweisung auf die im vergrößerten Maasstabe in Fig. 3 und 4 gezeichneten halben Durchschnitte von No. III und No. II eine weitere Erklärung hinzuzufügen nicht erforderlich sein.

Die Abweichung der Construction des Docks No. III von der gewöhnlichen besteht hauptsächlich darin, daß die stufenförmigen Absätze nicht, wie in No. I und II, ohne Unterbrechung rings herum gehen, sondern mit vorspringenden Mauerköpfen abwechseln. Eine weitere Verschiedenheit besteht auch darin, daß die Gleitbahnen (Slides) hier nur eine Treppe neben sich haben, während in den anderen Docks sich je zwei Treppen daneben befinden. Fig. 5 auf Blatt 31 zeigt den Durchschnitt der Treppenstufen des Docks No. III im Detail und Fig. 6 einen Horizontalschnitt durch die Gleitbahn und den Grundriß einer Treppenstufe.

Zum Einlassen des Wassers in die Trocken-Docks dienen die beiden in jedem Schleusenhaupt angeordneten Umläufe. Zur Trockenlegung des inneren Raumes dagegen ist in jedem Dock der ganzen Länge nach ein Canal angelegt, der sich mit den Canälen der beiden anderen Docks außerhalb derselben vereinigt, um nach dem gemeinschaftlichen Brunnen B zu gehen (vergl. die Zeichnungen auf Blatt 30), wo das Dampfmaschinen-Gebäude errichtet werden soll. Hier wird das Wasser in einen unter der Straße gelegenen Canal gehoben und auf diese Weise abgeleitet werden.

Die Docks sind größtentheils in rothem Sandstein ausgeführt und nur an solchen Stellen mit einer Granitverkleidung versehen, wo die Steine Stößen ausgesetzt sind. In den Schleusenhäuptern sind Falze für ein Caisson angebracht, damit die Thore untersucht und reparirt werden können. J. Justen.

einen regen Verkehr und eine frühe Cultur erklärlich. Noch jetzt ist an Sprache und Sitten die Grenze beider Stämme leicht erkennbar; Städtenamen, wie Sachsenhausen und die benachbarten Sachsenberg und Frankenberg, deuten darauf hin, und noch immer zeichnet sich der Sachse vor dem Franken durch einen kräftigeren Wuchs aus. Das Christenthum drang früh bis an diese Grenze; schon die Wirksamkeit von Bonifacius erstreckte sich bis ins Land, und die berühmte Donner-Eiche, welche derselbe zwischen 725 und 731 umhieb, stand auf Waldeck'schem Grund und Boden. Auch hat derselbe noch selbst auf dem Bürberge an der Eder, einem der höchsten Punkte der Gegend, einen Bischofssitz gegründet und stark befestigt. Derselbe lag an der Grenze des alten Sachsenlandes und ist später, vielleicht wegen seiner einsamen unbequemen Lage auf hohem Berge, nach

Fritzlar verlegt. — Es gingen die Kriegszüge Carls des Großen durch das Land, wobei die nahe Eresburg eine Hauptrolle spielte und ein Hauptknotenpunkt für die Ausbreitung des Christenthums wurde. Der sächsische Theil des Landes ist damals, wie es scheint, als erobertes Gebiet behandelt und zum Theil an das Kloster Eresburg, zum Theil an den Grafen Ekbert, dessen Frau Ida Geschwisterkind mit Carl dem Großen war, geschenkt worden. Durch Erbschaft kam dieser Theil an den Kaiser Otto II. und wurde von diesem an Corvey geschenkt. Der kirchlichen Eintheilung nach gehörte später der ganze sächsische Theil zu Corvey und Paderborn, der fränkische dagegen nach Mainz, und nur ein ganz kleiner Theil an der Grenze des westfälischen Sauerlandes zu Chur-Cöln.

Der fränkische Theil des Landes wird, wie dies in gothischer Zeit der Fall war, auch schon früher die Entwicklung der Architektur in Hessen getheilt haben. Leider fehlte es mir an Zeit, die vorhandenen Reste, wie z. B. die nicht unbedeutend gewesene Kirche zu Bergheim, wo in katholischer Zeit ein Archipresbyter seinen Sitz hatte, zu untersuchen. Die Kirche war eine Mutterkirche und wird 1085, als unter dem Propst zu Fritzlar stehend, angeführt.

In dem sächsischen Theile des Landes ist bedeutend mehr aus dieser Zeit vorhanden. Es sind dies aber nur Dorf- und Klosterkirchen. Die Städte haben sich größtentheils erst Ende des 12. oder Anfang des 13. Jahrhunderts und meistentheils aus mehreren zusammentretenden benachbarten Dorfgemeinden gebildet. Nur Korbach bestand schon früh, wenn auch nicht als Stadt, und hat bereits 1189 das Soester Stadtrecht angenommen. Jedenfalls hat hier auch vor der Erbauung der jetzigen gothischen Kirchen eine romanische existirt. Sämmtliche Kirchen dieser Gegend theilen den Charakter der westfälischen Architektur; sie scheinen aber in der Zeit nicht gerade hinter den Hauptorten, wie Paderborn, sehr zurückgeblieben zu sein, worauf vielleicht die nahe Verbindung und der, auch durch das in beiden Theilen begüterte Grafengeschlecht angeregte, Wechselverkehr von Einfluß war.

Diese romanischen Kirchen sind oder waren sämmtlich gewölbt und sind durchgängig von einer sehr gesunden Structur. Sie haben ein höheres Mittelschiff und zwei niedrigere, sehr schmale Seitenschiffe von bisweilen nur 7 Fuß Breite. An das Schiff schließt sich öfters ein Querschiff, bisweilen aber auch unmittelbar ein Chorraum mit oder ohne Absis. Fast durchweg finden sich Kreuzgewölbe, aber auch ein Tonnengewölbe mit Stichkappen kommt vor. Das Material ist ein grauer Kalkstein.

Die Kirche zu Berndorf.

Sie scheint eine der ältesten vorhandenen Kirchen zu sein, hat in den 7 Fuß breiten Seitenschiffen noch Tonnengewölbe mit Stichkappen in sehr primitiver Art,

so daß sich noch keine Gurte zum Tragen der Wände des Mittelschiffs von der Gewölbfläche abtrennen. Sämmtliche Gliederungen sind sehr einfach; das untere Kämpfergesims besteht nur aus einer Schmiege nebst Platte, welche durch eine Einkerbung getrennt sind. Das Schall-Loch an der Südseite wird durch zwei Säulchen in drei Theile getheilt. Das Capitäl ist ein einfaches Würfelcapitäl, und an der Basis befinden sich Eckblätter. Ebenso war jedenfalls die Schall-Oeffnung an der Nordseite, wie sie die Ansicht auch restaurirt zeigt; wahrscheinlich sind beim Einbringen neuer Glocken die Säulchen herausgenommen. Der Chor ist sehr einfach und ohne Apsis, und unter dem Thurme befindet sich eine niedrige Vorhalle. In neuerer Zeit sind gegen den Schub der Gewölbe, vielleicht durch ein Durchfaulen des Hauptbinderbalkens im Dache veranlaßt, sehr schwere Strebepfeiler angebracht, welche in den Zeichnungen fortgelassen sind.

Die Kirche zu Twiste.

Diese Kirche ist von ähnlichem Alter, wie die zu Berndorf, und noch schwerer construirt; sie hat aber in den 6 Fuß 10 Zoll breiten Seitenschiffen schon Kreuzgewölbe. Es ist ein Querschiff vorhanden und unmittelbar daran die Absis, welche unter der Kalktünche noch Wandmalereien enthält. Diese könnten den durchscheinenden Contouren nach alt sein, wenn nicht mündlicher Mittheilung zufolge sich die Figur Luther's darunter befände. In dem Querschiffe sind neben der Haupt-Absis in der Mauerstärke noch ein Paar Neben-Absiden. Der Thurm scheint der ungeheuren Mauerstärke nach früher höher hinauf massiv gewesen zu sein. Bei der in der Mauerstärke sich befindenden Treppe fehlen die Stufen. Zugleich ist zu bemerken, daß die Vorhalle nicht vor der Mitte des Schiffes liegt. Die Südwand des Querschiffes hat sich in bedenklicher Weise von dem übrigen Körper der Kirche abgetrennt, es scheint dies aber nicht durch den Schub der Gewölbe bewirkt zu sein, sondern durch eine mangelhafte Fundirung, welche besonders bei so schweren Mauermassen in dieser frühen Zeit nicht immer genügend berücksichtigt ist.

Aehnlich soll die Kirche zu Vasbeck sein.

Die Kirche zu Adorf.

Etwas jünger als die beiden eben genannten Kirchen ist wohl die Kirche zu Adorf, welche in den Gewölben des Seitenschiffes schon entwickelter erscheint, aber im Verhältniß zu den größeren Dimensionen noch ähnliche Pfeiler- und Mauerstärken hat wie die Kirche zu Berndorf. Sie ist besonders im Innern die stattlichste unter den Dorfkirchen, hat an den Kämpfern schon einigen ornamentalen Schmuck und soll auch in der Absis unter der Tünche noch Wandmalerei enthalten.

Der Chorraum wird von dem Schiffe durch Säulen getrennt (bei *a* im Grundriß), welche sich vor die Haupt-

pfeiler vorlegen, und über denen ein Gurtbogen den Hauptgurtbogen noch verstärkt. Die Säulen stehen auf hohem Untersatze und haben am Capitäl ein bandartig verschlungenes Muster. An den Ecken befinden sich hörnerartig von oben nach unten herauswachsende Körper, welche nur an den beiden Enden um Kerne festsetzen. Die Uebergangsform vom Capitäl zum Gurtbogen ist vielleicht durch Bemalung charakterisirt gewesen. An der attischen Basis befinden sich Eckblätter.

Die oberen Kämpfergesimse haben zum Theil sehr flach gearbeitetes Blattwerk, ebenso die unteren, von denen aber eins besonders dadurch bemerkenswerth ist, daß sich an der einen Ecke zwei verschiedene Gesimsformen begegnen. Bei der einen sind oben in der Platte Fische eingearbeitet und darunter an der Schmiede Ranken mit lorbeerartigen Blättern. Beides ist nicht stark vertieft, aber hervorgehoben durch den rauh gehauenen Grund.

Ueber der Vorhalle des Thurmes ist noch eine, jetzt verbaute Empore, zu der man durch eine kleine Wendeltreppe gelangt. Das Gesims am Chor enthält ein sehr flaches Bogenband, außerdem hat der Thurm noch ein einfaches Krönungsgesims.

In der Südwand des Chorraumes geht das Fenster tiefer hinab, als es die Ansicht zeigt. Dasselbe ist restaurirt nach dem gegenüberliegenden Fenster. Von den Absiden der Seitenschiffe fehlt jetzt die eine.

Adorf wird neben Korbach 1231 als Sitz eines Vice-Archidiaconus genannt, muß also früh einige Bedeutung gehabt haben. Im Jahre 1457 ist der große Kirchhof durch Mauern und Schießscharten befestigt und scheint als Festung gegen Ueberfälle in den Fehden gedient zu haben.

Aehnlich, wie die Kirche zu Adorf, sollen die zu Heringhausen und Goddelsheim sein.

Die Kirche zu Flechtdorf.

Diese Klosterkirche ist aus sehr verschiedenen Bauperioden, verdient aber, weil sie für die Datirung der übrigen Kirchen wichtig ist, eine speciellere Beschreibung.

Es gründete hier im Jahre 1101 der Graf Erp von Padberg ein Benedictinermönchskloster und dotirte dasselbe reich, so daß es wahrscheinlich ist, daß auch bald der Bau einer Kirche begann, deren Vollendung wohl bis gegen Mitte des 12. Jahrhunderts erfolgt sein mag, da in noch fast ganz romanischer Zeit eine deutlich erkennbare, ziemlich bedeutende Erweiterung der Kirche stattgefunden hat.

Dem Aeußeren nach würde man die streng romanische Thurmfassade für den ältesten Theil der Kirche halten, aber eine genaue Betrachtung des Innern widerlegt dies vollständig. Es sind nämlich in dem Theil des Grundrisses *aefghcb* sämmtliche Bögen von geringer Spannweite schon Spitzbögen, obgleich alles Uebrige noch

den romanischen Charakter trägt. Unter diesen Bögen sind auch die, welche zum Theil die oberen Thurmwände tragen.

Es stellt sich somit dieser Theil als der Uebergangszeit angehörig dar, doch möchte der Theil *aefg* seiner ganzen Formenbildung nach, welche durchweg romanisch ist, wohl noch in das Ende des 12. oder in den Anfang des 13. Jahrhunderts gehören. Dagegen ist der Theil *abcd* mit Ausschluß der angeklebten Strebpfeiler und eines großen gothischen Fensters, welches einer sehr späten Zeit angehört, ganz romanisch und den vorher erwähnten Kirchen nahe verwandt. Der mitgetheilte Theil des Durchschnittes, welcher punktirt die wahrscheinlichen früheren Dachlinien enthält, weist dies nach. Man sieht aber zugleich aus den Stärken der Pfeiler und Mauern im Verhältniß zu den Dimensionen der Schiffe, daß dieser ältere Theil der Kirche, welcher jedenfalls in die erste Gründungszeit zu setzen ist, wahrscheinlich jünger, wenigstens nicht älter ist, als die oben erwähnten Kirchen. Wie der Durchschnitt zeigt, hatte die ältere Kirche neben einem höheren Mittelschiff niedrigere Seitenschiffe, und daß das südliche Seitenschiff früher ebenso war, wie das erhaltene nördliche, beweisen die rauhen Flächen der Gurtbögen zwischen *b* und *c*, welche noch deutlich den Ansatz der später ausgebrochenen Wand des Mittelschiffes zeigen. Ebenso scheint der Gurtbogen *ib* durch eine Mauer geschlossen und die Kirche nach Westen durch die Linie *ag* begrenzt gewesen zu sein, worauf auch die in der Höhe des niedrigen Seitenschiffes bestehende Wand *ai* hindeutet. Ein Thurm war vielleicht noch vorgebaut. Die Grenze der älteren Kirche nach Osten ist nicht mehr erkennbar; in der Ostwand des nördlichen Seitenschiffes zeigen sich aber noch im Innern ein Paar Fugen, welche auf eine Verlängerung hindeuten.

Die Kämpfergesimse des Innern sind sehr einfach, die oberen an den Wänden herumgeführt. Das zu diesem Theil gehörende, auch in der Ansicht sichtbare Nordportal hat in dem oberen Halbkreisfelde drei kleine Figurennischen. Von den Figuren selbst aber sind nur geringe Reste vorhanden.

Wahrscheinlich wird die Kirche früh eine Vergrößerung nöthig gehabt haben, und man hat dann den Theil *aefg*, welcher, wie oben bemerkt, schon Elemente des Uebergangsstyles enthält, vor die Kirche vorgebaut und zugleich zwei für die Kirche stattliche Thürme auf der Westseite *ef* hinzugefügt.

Bemerkenswerth ist, daß man hier schon beabsichtigt haben muß, das Ganze als Hallenkirche umzubauen: die drei Schiffe sind gleich hoch. Daß dieser Theil der Kirche jünger ist, als jener oben erwähnte *abcd*, sieht man übrigens nicht bloß an den Spitzbögen, welche in den geringeren Spannweiten sich finden, sondern auch an der dreisteren Art zu construiren. Die Pfeiler im Innern, welche die schweren Thürme tragen, sind ver-

hältnißmäßig ziemlich schwach, wodurch auch wohl das Ausweichen der westlichen Wand herbeigeführt und das Stützen durch jenen unförmlichen Strebepfeiler, welchen die Ansicht zeigt, nöthig geworden ist. Das Portal ist echt romanisch, die Thür aber jetzt zugemauert. Der obere umrahmende Bogen schießt in eine einfache Palmette aus. Die Schall-Löcher sind durch ein einfaches romanisches Säulchen getheilt und die unteren Reihen haben über den beiden kleinen Bögen noch einen umrahmenden größeren Bogen.

Das Stück *bchg* des Grundrisses ist später, als diese Vergrößerung erfolgte, umgebaut. Man brach die Mittelschiffswand heraus nebst den Mittelpfeilern und dem Gewölbe des Seitenschiffes, führte die Seitenwand bis zur Höhe des Mittelschiffes und wölbte von neuem ein. Auf diese Weise würde man, wenn dasselbe auf der Nordseite geschehen wäre, eine Hallenkirche bekommen haben. Der Pfeiler *m* ist freilich bei dieser Operation stark ausgewichen. Die Fenster in dem oberen Theile der Südwand sind hier frühgothisch, was auf eine spätere Zeit, als die des Thurmbaues, schließen läßt.

Im Jahre 1380 ist, wie erwähnt wird, das Kloster sehr zerstört gewesen, und haben die Mönche durch ganz Deutschland gesammelt. Vielleicht hat der östliche Theil der Kirche damals sehr gelitten und ist bedeutend verkürzt, so daß dann die Strebepfeiler und vielleicht auch die ganze eben erwähnte Aenderung in diese späte Zeit gehört, nebst dem großen östlichen, nicht schönen gothischen Fenster.

Ueber der Wand des alten nördlichen Seitenschiffes hat man eine vielleicht provisorische Wand sehr roh aufgemauert und das Ganze mit einem Satteldache überdeckt. Diese Mauer trennt sich, wie dies auch die Ansicht andeutet, im Verbande und in der Art der Arbeit

durchaus von den Mauern der beiden älteren Theile und enthält einfache Mauerschlitze zum Erhellen des hohen Dachraumes über dem niedrigen Seitenschiffe. Die alte Wand des Mittelschiffes ist hier noch gut erhalten und als Außenwand bearbeitet, enthält auch noch ein kleines Gesims, worunter das Dach des Seitenschiffes angesetzt hat.

Von den alten Klostergebäuden ist nicht viel mehr erhalten.

Die Datirung der älteren Theile der Kirche zu Flechtdorf ist wichtig für die früher angeführten Kirchen. Da sie in ihrer Structur jünger erscheint als diese, besonders als die Kirchen zu Berndorf und Twiste, so möchte die Bauzeit für die Kirche in Flechtdorf in das Ende des 11. oder in den Anfang des 12. Jahrhunderts zu setzen sein. Dieses Jahrhundert nebst den nächsten Decennien des 11. ist wohl die Bauzeit der meisten romanischen Dorfkirchen im Fürstenthum Waldeck, und es müssen damals die Dorfgemeinden in einem blühenden Zustande sich befunden haben. Es ist dies auch die Zeit des Entstehens für viele Klöster und Städte. Das rasche Gedeihen der letzteren hat denn wohl den Dörfern einen großen Theil der Kraft entzogen, denn aus gothischer Zeit existirt keine Dorfkirche.

Von romanischer figürlicher Sculptur ist wenig vorhanden. Vielleicht gehört dahin das mittlere Bogenfeld im Portal der Korbacher St. Kilianskirche, das jüngste Gericht darstellend (s. Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. VI. Seite 498 und Blatt 60), welches vielleicht einer ältern romanischen Kirche daselbst entnommen ist. —

Viele der Notizen in diesem Aufsätze verdankt der Unterzeichnete der mit großer Sorgfalt gearbeiteten Beschreibung des Fürstenthums Waldeck von Herrn Director Curtze zu Korbach. A. Orth.

Die Gründung des Cölner Domes und der erste Dombaumeister.

(Mit Zeichnungen auf Blatt G im Text.)

1. Cöln; Stadt und Dom.

Die Werke der Baukunst im Zusammenhang mit dem politischen Leben der Völker zu betrachten, ist die Aufgabe der Denkmalgeschichte. Sie findet für ihre Darstellungen in der Stadt Cöln einen vorzüglichen Schauplatz. Keine zweite deutsche Stadt hat wie diese so viele Baudenkmäler der verschiedensten Zeiten und Style aufzuweisen. Die hauptsächlichsten derselben bilden einen ausgezeichneten Kranz merkwürdiger romanischer Kirchen, eingeschlossen von dem gewaltigen Werk der Stadtmauern; sie alle überragt in der Mitte stehend der hohe Dom. Und in der That verdient dieses Bauwerk, welches seit den letzten zwanzig Jahren und seitdem seine Bauvollendung in Angriff genommen, oftmals Gegenstand der Besprechung gewesen, sowohl in

baukünstlerischer wie in baugeschichtlicher Hinsicht eine ganz besondere Beachtung.

Die Stadt Cöln verdankt ihren Ursprung den Ubiern, die im Jahre 14 v. Chr. aus ihren Heimathsitzen im Nassauischen unter dem Schutze der Römer von dem rechten Rheinufer auf das linke übersiedelt waren. Noch heute erkennt man bei Betrachtung des Grundrisses der Stadt, da wo in der Mitte derselben, im S. Albans-Viertel, viele krumme und kleine Gäßchen sich durcheinander winden, die alte Niederlassung der Ubiere. Sie erhielt indessen erst einige Wichtigkeit, als die Kaiserin Agrippina mit Erlaubniß des Kaisers eine römische Militär-Colonie dorthin verlegte (47 n. Chr.). Ein alter Bogen, seinem Style nach genau aus dieser Zeit, war noch vor einigen Jahrzehnten ein sprechendes Denkmal

der ehemaligen Römerstadt. Ihre Bedeutung steigerte sich noch, als bei sinkendem Zustande des römischen Reichs gegen Ende des dritten Jahrhunderts dieselbe ein Stützpunkt gegen die immer kühner andrängenden deutschen Barbaren wurde. Der Bau der römischen Mauern, mit welchen man die Stadt umgab, scheint der Zeit des Julian anzugehören (355 n. Chr.); ein runder Thurm an der nordwestlichen Ecke der alten Stadt und nahe bei der Kirche St. Clara gelegen, ist der letzte charakteristische Ueberrest derselben.

Außer diesen aber lassen sich noch verschiedene andere Lokalitäten aus den Zeiten der Römer nachweisen. Unter ihnen ist besonders der nordöstliche Winkel des Vierecks, welches die römischen Stadtmauern bildeten, als die Stelle zu bemerken, auf welcher der heutige Dom steht. Sie war offenbar für die oberste Behörde oder für die Gewalthaber der Stadt bestimmt, denn ihre Lage in Bezug auf das übrige sie umgebende Terrain ist eine beherrschende. Von den an der Nord- und Ostseite sie begrenzenden alten Mauern haben sich bis vor wenigen Jahrzehnten noch Ueberreste von Rundthürmen und dazwischen liegenden Stücken erhalten. An dieser Stelle war es, wo der erste Erzbischof von Cöln, Hildebold im Jahre 814, dem Todesjahre Carls des Großen, die Gründung eines bedeutenderen Dombaues für die Stadt vornahm. Den Platz dazu hatte er durch Schenkung vom verstorbenen Kaiser erhalten. Bis dahin war der Dom oder die Hauptkirche der Stadt an der baulich jetzt ganz unbedeutenden Stelle der Kirche St. Petri und St. Eugenia (heute St. Caecilia) gelegen, während in noch früheren Zeiten der Dom oder das sogenannte „*summum antiquum*“ am Anfange der Marcellenstrasse, nordwärts vom heutigen Dom, auf der Nordseite der Römerstadt sich befand.

Jener alte von Hildebold gegründete Dom war ein ansehnlicher Bau, der besonders durch zwei gegenüberliegende Chöre auf der Ost- und auf der Westseite charakterisirt wurde. Er lag, wie sich aus verschiedenen Umständen erkennen läßt, ziemlich genau in der Axe des heutigen Domes. Um sich von ihm eine Vorstellung zu machen giebt es verschiedene Anhaltspunkte. Der Verfasser der Cölnischen Chronik, der um das Jahr 1499 schrieb und in seinen jüngeren Jahren noch Theile dieses älteren Domes aufrecht stehend sah, nennt ihn „ein altes und würdiges Werk.“ Ein im städtischen Museum zu Cöln aufbewahrtes Säulencapitell von bedeutenden Dimensionen, das man füglich keinem anderen Bauwerk zuschreiben kann, läßt dasselbe als ein gewaltiges und rohes erkennen. Dieser alte Dom, gebaut während der Regierung Ludwigs des Frommen und seiner Nachfolger, wurde eingeweiht im Jahre 873. Einige Theile an demselben werden im 13. Jahrhundert als aus Holz bestehend angegeben. Wie Levoldus von Northof am Anfange des 14. Jahrhunderts sagt, so habe der Erzbischof Bruno von Cöln im 10. Jahrhundert die zwei Chöre des Domes im

Osten und Westen im Bau erneuert. Von diesem Dom existirt eine Beschreibung, welche aus einer alten in der Sacristei des Domes verwahrten Handschrift entnommen, Gelenius und Crombach in ihren Werken über Cöln mitgetheilt haben. Sie hebt vornehmlich die Existenz der beiden Chöre im Osten und Westen hervor, und lautet in der Uebersetzung folgendermaßen:

„Der Unterchor war der Marieenchor, welcher zwischen zwei hölzernen Glocken-Thürmen stand. Der obere Chor war der des h. Petrus, an dessen Seiten ehemals Thüren gestanden. Auf der Südseite hatten die Langmauern 12 obere und 12 untere Fenster, und auf der Nordseite, wo die Gerkammer (Sacristei) war, hatten dieselben 12 obere und 6 untere Fenster. Item im Peterschore waren um den Altar 3 große Fenster, eben so viele im Marieenchore. Item über dem Altare des h. Petrus waren 5 runde Fenster und über dem Altare der h. Jungfrau Maria an jeder Seite der majestas (wahrscheinlich die Darstellung einer thronenden Maria) ein rundes Fenster“ u. s. w.

Die Beschreibung läßt uns schon ganz diejenige Bauweise erkennen, welche man nach den vorhandenen Denkmälern als die in Cöln vorherrschende bezeichnen muß. Die häufige Anordnung von Rundfenstern, entweder einzeln oder über Fenster anderer Art in den Absiden gestellt, erinnert besonders an die romanische Baukunst des Niederrheins. Man hat diese Baukunst nicht ganz mit Unrecht eine byzantinische genannt, bis eine genauere Vergleichung der Bauwerke des Mittelalters sie als eine westliche oder romanische von der eigentlichen östlichen byzantinischen unterscheiden lehrte. Die romanische Baukunst des Niederrheins gleicht in der That in vielen Stücken der byzantinischen. Die Kirchen dieser Bauart in Cöln sind die ausgezeichnetsten dieser Kunstweise in Deutschland überhaupt: bei einem sehr folgerichtig festgehaltenen Typus der Gestaltung im Allgemeinen sind sie doch alle wieder untereinander verschieden. Von diesen romanischen Kirchen ist die Apostel-Kirche, durch ihre Lage am Neumarkt ausgezeichnet, als die schönste bekannt, St. Maria im Capitol ist die älteste und größte dieser Kirchen: drei Absiden im Grundriß in ein Kreuz gestellt, und diese charakteristische Plan-Ordnung in allen dreien dieser Absiden mit halbkirkelförmigen Umgängen ausgeführt, zeichnen diesen Bau vor allen anderen aus. Im 11., im 12. und bis zur Mitte des 13. Jahrhunderts wurden jene merkwürdigen Kirchen erbaut, die heute unter allen übrigen Bauwerken eine Zierde der Stadt sind. Seit der Ueberführung der Gebeine der heiligen drei Könige unter Friedrich Barbarossa aus dem zerstörten Mailand (1167) nach Cöln durch den Erzbischof Reinold von Dassel hatte die Stadt ein Schutzheiligthum erhalten, das ihr Glück und eine höhere Weihe verlieh. Zum Schutze des Ganzen unternahm der folgende Erzbischof Philipp von Heinsberg um das Jahr 1180 den Bau der Stadtmauern. Von da an nahmen

Bevölkerung und Verkehr der Stadt auf eine ungemeine Weise zu. St. Gereon und St. Martin sind die hauptsächlichsten Bauten dieser Zeit, aber gleichzeitig wurde fast an allen übrigen Kirchen der Stadt gebaut bis zur Mitte des 13. Jahrhunderts.

Schon Erzbischof Reinold von Dassel soll an einen neuen Dombau gedacht haben. Dieses Vorhaben befestigte sich nun immer mehr in den Erzbischöfen seinen Nachfolgern. Nach einer so glänzenden Erneuerung aller Kirchen der Stadt Cöln mußte der bisherige Dom jedenfalls als veraltet erscheinen und er würde auch ohne das Brand-Ereigniß vom 30. März 1248 im 13. Jahrhundert erneuert worden sein. An seine Stelle trat der jetzige Bau. Derselbe ist in künstlerischer Hinsicht das durchgebildetste Werk in der Baukunst des Mittelalters, in jener eigenthümlichen Bauart, welche wir die gothische nennen. In seiner geschichtlichen Stellung betrachtet bezeichnet er den Gipfelpunkt eines tausendjährigen Fortschritts in der Baukunst des Mittelalters. Nicht weniger bezeichnend sind die Umstände verschiedener Art, unter denen seine Schöpfung in der Zeichnung und die Ausführung des Baues selbst geschah. Für den Wohlstand und die Thatkraft seiner Zeit legt er das glänzendste Zeugniß ab. Die Theilnahme für ein solches Werk ist eine gerechtfertigte. Die Frucht der Arbeit vieler aufeinanderfolgenden Geschlechter, wird es noch auf Jahrhunderte bestimmt sein, Zeugniß zu geben von dem Willen und dem Streben der Menschen, die an ihm bauten. Was von diesem Werk mit Rücksicht auf die verschiedenen angegebenen Beziehungen und nach dem heutigen Standpunkte der Kenntniß der Thatsachen sich sagen läßt, soll hier kurz darzulegen versucht werden. Ein vorhergegangenes umfassendes Studium der Denkmalggeschichte wird dabei unser hauptsächlichster Führer sein. Ganz besonders aber soll in diesen Untersuchungen das Sinnen und Wesen der Baumeister, die bei diesem Werke thätig waren, uns beschäftigen.

2. Herkunft des Magisters Gerard, des ersten Dombaumeisters.

Von den verschiedenen aufeinanderfolgenden Baumeistern eines bedeutenden Bauwerks erweckt immer der erste oder derjenige, den man als den Urheber des Planes ansehen kann, das meiste Interesse. Dies ist nun bei dem Cölner Dom in ganz besonderem Grade der Fall. Der hauptsächlichste Kunstcharakter desselben beruht in der Einheit seiner Gestaltung. Die vorkommenden Verschiedenheiten erscheinen darin nur als ganz unbedeutend. Diese Einheit wird dadurch erklärt, daß Baumeister aus derselben Schule den gegebenen Anordnungen eines ersten Baumeisters für den Plan des Werks unwandelbar gefolgt sind. Zur Zeit Boisserée's, dessen Verdienste um die Aufnahme und Darstellung des Cölner Domes bei den Kunstkennern hinlänglich bekannt sind, war derjenige, den man schon frühzeitig als den ersten

Baumeister des Domes ansah, und dem diese Eigenschaft auch nach später erkannten Thatsachen nicht bestritten werden konnte, nur aus einer Urkunde des Dom-Capitels vom Jahre 1257 bekannt, worin ein Steinmetz, ein Magister Gerardus mit Namen, wegen seiner Verdienste um den Dombau von diesem Capitel einen in der Nähe des Domes gelegenen Hausplatz geschenkt erhält. Dieser Magister Gerardus wird in der genannten Urkunde als *rector fabricae* bezeichnet. Wir würden über die Verhältnisse dieses Mannes nicht viel mehr wissen als was der Wortlaut eben dieser Urkunde besagt, wenn nicht ein Mann in Cöln, nämlich Herr Fahne in seinem Werke betitelt: „Diplomatische Beiträge zur Geschichte der Baumeister des Cölner Doms und der bei ihm thätig gewesenen Künstler“, zur Ermittlung der sonstigen wissenswerthen Umstände aus einer bis dahin sehr wenig benutzten Quelle schätzbare Beiträge geliefert hätte. Sie waren aus den Schreins-Urkunden der Stadt entnommen, die gewissermaßen die Grundbücher und, wie wir heute sagen würden, die Hypothekenbücher der Stadt Cöln bilden. Diese Schreins-Urkunden beginnen im 12. Jahrhundert mit einzelnen Pergament-Rollen, davon nur noch wenige vorhanden sind, werden aber im Laufe des 13. Jahrhunderts immer vollständiger und gehen von da ab durch alle Jahrhunderte bis auf die heutige Zeit. Sie verbreiten sich ihrer Natur nach über alle damaligen Besitz- und Erb-Verhältnisse und sind überhaupt eine der wichtigsten Quellen für die Geschichte der Stadt. Man erfährt aus diesen Urkunden, daß der genannte Gerard oder der Baumeister des Domes um das Jahr 1300 gestorben ist. Die Thatsachen bei Fahne haben wir noch mit einigen anderen aus einem Convolut von Schreins-Urkunden, die auf der Jesuiten-Bibliothek in Cöln verwahrt werden, vermehren können. Alle zusammen aber sind hinreichend, um sich über die Lebensstellung jenes Mannes eine ziemlich vollständige Vorstellung zu machen.

Magister Gerard von Rile stammte aus einer bürgerlichen Familie Cölns und zwar aus einer Brauer-Familie. Das Brauer-Gewerbe war im Mittelalter bei dem häufigen Gebrauch des Bieres als einer Nahrung des Volks, von nicht geringer Bedeutung, so daß wir in der Zeit des Dombaues selbst Unruhen finden, deren Veranlassung die vom Bier erhobenen Abgaben waren. — Der Vater des Magisters Gerard, Namens Godescalc, war ein Brauer; er hatte seine Wohnung auf dem Eigelsteinsbüchel (Büchel so viel wie Hügel), der, heute noch so genannt, einen Theil der jetzigen Marcellenstraße bildet. Die Mutter des Gerard, Bertrade, war eines Brauers Tochter Namens Hildebrand. Derselbe war ebenfalls auf dem Eigelsteinsbüchel angesessen. Auch der Mutter Bruder war ein Brauer, der das jetzt noch vorhandene Brauhaus zur „Würfelporz“ oder „auf Rom“ genannt besaß. Ein Bruder des Gerard endlich mit Namen Johannes war gleichfalls Brauer. Er setzte nach den Urkunden das Geschäft in dem väterlichen

Hause fort, besafs aber in derselben Stadtgegend noch ein anderes Grundstück mit vier Wohnungen. Im Jahre 1237 wird er als verheirathet aufgeführt und zwar zuerst mit einer Frau Namens Gertrud, im folgenden Jahre mit einer Frau Namens Aleid. Hieraus ist zu vermuthen, dafs er ein älterer Bruder des Gerard gewesen sei. In den Schreins-Urkunden kommt er später noch öfter vor.

Diese Familie von Rile war im „Niderich“ ansässig. So hiefs der Stadttheil, der durch seine niedere Lage sich heute noch als ein besonderer in der Stadt Cöln zu erkennen giebt. Er lag nordwärts von der früher beschriebenen Nordseite der alten Römerstadt. Cöln zerfiel damals in sehr viele solcher Stadttheile, die zu verschiedenen Zeiten entstanden sich um die alte Römerstadt als ihren Kern angesammelt hatten, und später erst zu einem Ganzen zusammengefaßt wurden. Sie waren in ihrer ganzen Existenz genug von einander getrennt. Jeder dieser Stadttheile hatte seine besondere Verfassung; jeder war mit einer besonderen Mauer umgeben, und jeder führte auch seinen besonderen Namen (siehe den Plan der Stadt). An der Spitze seiner Verwaltung hatte jeder solcher Stadttheil seinen Bezirks-Bürgermeister (*magister civium*) mit einem Gemeindehause (*domus civium*) zum Sitz eben dieser Verwaltung. Durch den Bau der Stadtmauern am Ende des 12. Jahrhunderts waren erst diese Stadttheile zu einem einheitlichen Ganzen zusammengefaßt worden, deren Bürger als Theile dieses Ganzen *burgenses* hiefsen, mit ihrem Rathhause dem *domus burgensium* und ihren beiden Haupt-Bürgermeistern (*consules*). Der äufsern Abschließung der Stadtbezirke entsprachen ihre besonderen Interessen. Die Bürger eines Stadttheils hielten sich, so scheint es, in Besitzthum und Verwandtschaft enge beisammen. Diese Bürger als Alt-Ansässige und Vollbürger nannten sich selber in ihrer Vergesellschaftung *fraternitates* und unterschieden sich in dieser Bezeichnung als mit politischen Rechten begabte Bürger von den Leuten geringerer Herkunft, gewissermaßen den Kleinbürgern, wie den kleinen Handwerkern und Krämern, die häufig „Menger“ genannt wurden, und mehrentheils als Freigelassene von auswärts in die Stadt gezogen waren. Die *fraternitates* allein wählten die Officiaten oder die Schöffen zur Besorgung ihrer Geschäfte. Aus Allem ist zu erkennen, dafs Gerard dieser Abtheilung des Bürgerstandes oder dem schöffenbürgerlichen Staude angehörig war.

Die Familie des Gerard ist zu unterscheiden von einer anderen desselben Namens, die gleichfalls im Niderich angesessen war. Man könnte die Mitglieder dieser letzteren zum Unterschiede von jener nach ihrem Pfarrbezirke die Riles von St. Lupus nennen. Eine Verwandtschaft beider genannten Familien ist nicht wahrscheinlich. Die Standesverhältnisse beider waren jedenfalls verschieden. Die Riles von St. Lupus zählen unter ihren Mitgliedern fortwährend Ministerialen oder höhere Beamte verschiedener Art, Ritter u. s. w.; sie verbinden sich in

der Folge mit den ersten Familien der Stadt. Der Name von Rile kann für die eine wie für die andere Familie nur vom Dorfe Rile kommen, das eine halbe Stunde nordwärts von Cöln gelegen ist. Aus diesem Dorfe werden beide Familien zu einer unbekanntenen Zeit in die Stadt eingewandert sein.

Der Vater unseres Gerard, Godescalc, hatte mit seiner Frau Bertrade sich, wie erwähnt, im Niderich häuslich niedergelassen. Er hatte sich hier auf der oben näher bezeichneten Stelle ein halbes Haus und einen Hausplatz gekauft; die über diesen Kauf vorhandene Urkunde ist ohne Angabe der Zeit ihrer Ausstellung; sie muß um das Jahr 1210 geschrieben worden sein. Einiges, das zur Bestätigung des oben Gesagten über die städtischen Verhältnisse der Bürger dient, können wir aus dieser Urkunde entnehmen. Sie selber wird über den eigenthümlichen Geist jener alten Zeit einigen Aufschluß geben. Deshalb setzen wir sie ihrem ganzen Wortlaut nach in der Uebersetzung hierher:

„Es sei allen sowohl Künftigen als Gegenwärtigen bekannt, dafs Godescalcus de Rile und seine Frau Bertradis ein Haus gekauft haben von Duregynda, welche war die Frau des Rudolph von Syndorp und von ihren Söhnen Ricolph und Payne und der Frau des Payne, und von dem Heriman und von den Töchtern und von allen Miterben und von den Männern der Töchter, vollkommen und ordnungsgemäfs, ohne allen Widerspruch u. s. w. Es sei allen sowohl Künftigen als Gegenwärtigen bekannt, dafs Duregyndis in das Rathhaus (*domus burgensium*) kam und von dem Rathe der Stadt kehrte sie zurück in das Gemeindehaus (*domus civium*) des Niderich, und mit einem ihrer Verwandten und einem Verwandten des Rudolph ihres Ehemannes schwor sie, dafs sie nicht anders handeln könne, und so verkaufte sie die vorgedachte Erbschaft vollkommen und ordnungsgemäfs. Und das ist bestätigt worden von dem Zeugniß Aller.“

Was die oben berührte Verschiedenheit der Standesverhältnisse und die Scheidung der Bürger-Klassen untereinander betrifft, so muß man sich solche doch nicht so absolut vorstellen. Im 13. Jahrhundert waren alle Verhältnisse überhaupt noch in der Bildung begriffen. Namentlich muß man sich in der Stadt Cöln wenigstens keine so scharfe Scheidung zwischen Bürgerlichen und Adeligen denken; Reichthum gab damals wie zu allen Zeiten Anspruch auf Anerkennung höherer Standesverhältnisse. Beispiele dafür sind nicht selten. Seit der Mitte des 13. Jahrhunderts finden wir in Cöln einen Albertus Scallo, einen Steinmetzen, der nicht nur selbst fortwährend zu den Ersten und Reichsten gezählt wird, sondern auch durch seine Kinder und Schwiegersöhne mit den ersten Familien der Stadt in Verbindung tritt. Aehnliche Verhältnisse werden wir später selbst in den Familien der Dombaumeister kennen lernen. Der Ritterstand selbst war im 13. Jahrhundert keineswegs für sich abgeschlossen. Er war in dieser Zeit, was bei uns

heute der Officier-Stand ist. Ritter konnte jeder freie Grund-Eigenthümer werden, der kein Gewerbe betrieb. Eine scharfe Trennung zwischen Bürgerlichen und Adelligen bemerkt man erst seit dem 14. Jahrhundert. Die Familie des Dombaumeisters Gerard, so finden wir, erhob sich von den einfachst bürgerlichen allmähig zu höheren Verhältnissen. Gerard selbst hatte sich durch sein Kunstvermögen zu höchster Beachtung aufgeschwungen. Fast alle Kinder des Gerard sind in den geistlichen Stand getreten. Wir sehen in dieser Familie ein Princip der Veredelung thätig, das durch das bekannteste und ausgezeichnetste Mitglied derselben gegeben war.

Aus allen vorgebrachten Umständen erkennt man, was die Zeit der Herkunft und die Geburt des Meisters Gerard betrifft, daß er in der Zeit um den Anfang der Regierung des Erzbischofs Engelbert, um 1216 geboren worden sein müsse.

3. Die Zeit der Ausbildung Gerard's.

Erzbischof Engelbert, zubenannt der Heilige, bestieg den erzbischöflichen Stuhl im Jahre 1216 und wurde bekanntlich ermordet im Jahre 1225 von seinem eigenen Schwager, dem Grafen von Isenburg: eine That des entsetzlichsten Andenkens! Engelberts Regierung war eine gerechte und fromme, wie schon der Beiname des Heiligen, der diesem Bischof gegeben worden, urtheilen läßt. Viele Kirchen und Klöster in Cöln nennen ihn ihren Wohlthäter in ihren Gedächtnißschriften. Der Freigebigkeit gegen die Kirchen war die damalige Zeit günstig; niemals war der Kirchenbau mehr in Blüthe. Zur Zeit des zweiten lateranensischen Concils (1215) stand das Papstthum auf seiner Höhe. Die französische Macht schritt gleichzeitig siegreich einher, während die kaiserlich deutsche, geschwächt durch nationale Streitigkeiten, sich zurückziehen genöthigt war. Um das Jahr 1220 wird selbst von einem Schriftsteller in Frankreich — wie sonst selten geschieht — ein besonderer Aufschwung in der Kirchenbaukunst bemerkt. Die Zerstörung vieler kirchlichen Gebäude in den kriegerischen Reichsstreitigkeiten am Niederrhein ließ die Wiederherstellung dieser Kirchen nach erlangtem Frieden wünschen. Diese Zeit war sehr geeignet für eine Uebung im Kirchenbau, der damals in romanischem Baustyle ausgeführt wurde. Der größte Bau dieser Zeit in Cöln ist das sogenannte Polygon oder der westliche und Haupt-Theil der Kirche St. Gereon, ein Bau von eigenthümlicher My-
stik in seiner Gestaltung. Seine Grundlagen reichen bis in die Zeiten der römisch-christlichen Kaiser. Viele Bauzeiten, frühere und spätere bemerkt man an diesem Bau. St. Andreas wurde angefangen nach einem Brande im Jahre 1220. St. Martin scheint in seinem Schiff aus derselben Zeit zu sein. Am Niederrhein überhaupt wie in Cöln selbst entfaltete die Baukunst die glänzendste Thätigkeit. Der Münster zu Bonn mag, was den Bau seines Schiffs anbetrifft, gleichfalls dieser Zeit angehören.

Die neugebaute Stiftskirche zu Limburg an der Lahn wurde 1235 eingeweiht. Die Klosterkirche zu Heisterbach, angefangen seit 1202, schritt in ihrem Bau rüstig vor. Mit großer Eleganz entfaltete sich die romanische Ornamentik zu Brauweiler, und hier wie in St. Castor zu Coblenz sieht man gleichmäßig fast nur den Rundbogen. Andere Kirchenbauten dieser Zeit sind zu Boppard, zu Andernach, zu Bacharach. Wenn man die Beschaffenheit und Gleichzeitigkeit dieser Bauten aufmerksam betrachtet, so erstaunt man über den Wohlstand dieser Zeit, von welchem jene Zeugnisse geben. Es ist auf diese Bauthätigkeit am Niederrhein um so mehr hinzuweisen, weil man nicht umhin kann sich vorzustellen, daß manche der in diesen Werken bewunderten Arbeiten von Steinmetzen herrühren, die in Cöln selbst ansässig waren, daß alle an ihnen thätig gewesenen Steinmetze, so zu sagen, in irgend einer Weise in Cöln ihre Schule durchgemacht hatten. — Erzbischof Engelbert selbst war auf eine bestimmte und hervorragende Weise thätig für den Kirchenbau. Er setzte im vorletzten Jahre seiner Regierung 500 Mark jährlichen Beitrags aus für einen später zu beginnenden Neubau des Domes zu Cöln, wie sein Lebensbeschreiber Caesarius von Heisterbach sagt. Man muß also sagen, daß dem Steinmetzen-Gewerbe und seiner Uebung sich damals gute Aussichten eröffneten.

Nach Engelberts Tode folgte Erzbischof Heinrich von Moelenark, der von 1225 bis 1238 regierte. Als hauptsächlichste Charakteristik für die Künstübung seiner Zeit ist zu bemerken, daß an Stelle der reinromanischen Baukunst nun immer mehr der Uebergangsstyl auftritt. Der Uebergangsstyl ist diejenige spätere Phase in dieser Baukunst, welche die ursprünglichen und naiven Motive des Romanischen verläßt, um sich der Nachahmung eines fremdartigen Charakters hinzugeben. In seinem geschichtlichen Auftreten betrachtet, bildet der Uebergangsstyl überall eine kurze Zeit lang den Vorgänger der gothischen Baukunst. Er bildet zu dieser letzteren den Uebergang und daher der Name. Disharmonie in der Anlage bei großer Eleganz in der Ornamentik ist der Charakter dieses Styles. Das Polygon von St. Gereon, gewölbt 1227, ist ein Hauptbeispiel dieses Uebergangsstyles. An ihm sieht man schon breite getheilte Fenster, die der romanischen Baukunst sonst ganz fremd sind. Die Kreuzarme von St. Andreas sind in demselben Baustyle erbaut; der Chor von St. Severin gleichfalls; er wurde eingeweiht 1234. Ebenso die Kirche St. Cunibert in Cöln, die nach langer Bauzeit 1248 eingeweiht wurde.

In diesem Style verschwindet der Architekt vor dem Steinmetzen. Indem man diese zierlichen Ornamente betrachtet, gewinnt man eine sehr gute Vorstellung von dem Leben der Steinmetzen, die mit diesen Arbeiten beschäftigt waren. In ihnen erreichten sie die höchste Vollendung. Sie scheinen mit ihrem Sinnen und Trachten

ganz in diese Arbeiten aufzugehen, oft wohl mit etwas zu satyrischer Laune, aber immer mit munterem Behagen sich bewegend. Kein Vogt hatte ihnen auf dem Bauplatze etwas zu befehlen. Der Bauplatz war eine der Freiheit geöffnete Stätte für die Uebung der Kunst. Freiheit ist der Athemzug, der die Kunst und ihre Bekenner leben liefs.

Namen von Steinmetzen aus dieser Zeit gerade in Cöln sind uns fast gänzlich unbekannt. Herr Fahne, dem wir uns in dieser Beziehung gänzlich als Führer anvertrauen müssen, findet von solchen, welche in der damaligen lateinischen Sprache der Schreinsbücher „*lapicidae*“ genannt wurden, das erste Beispiel in einer Urkunde der Stadt Cöln vom Jahre 1247. Derselbe Verfasser führt ebenfalls aus den Schreins-Urkunden für die Zeit, da der Neubau des Domes eben in Gang gekommen war, d. h. für die kurze Zeit von 1248 bis 1270, die Namen von zehn Steinmetzen an. Der Unterschied ist bedeutend. Es ist schwer zu entscheiden, ob an diesem Unterschied mehr der Zustand der Schreinsrollen oder der Zustand des Steinmetzgewerbes in dieser Zeit Schuld sei. So viel ist aus allen erkennbaren Umständen gewifs, daß in dem einen wie in dem anderen zu der Zeit gerade, als der Neubau des Cölner Doms in Gang gekommen war, bemerkenswerthe Veränderungen vorgegangen waren.

Die Beispiele des Vorkommens der ersten Steinmetzen in den Schreins-Urkunden von Cöln sind folgende: 1250 tritt in diesen Urkunden ein Steinmetz Namens Heinrich von Koldenbach auf, der schon erwachsene Kinder hat; ein Steinmetz Nicolaus kommt in denselben 1254 als schon gestorben vor. Von da ab bricht die Reihe der Steinmetzen in Cöln, die mit Namen in den Verhandlungen der Schreinsbücher vorkommen, nicht mehr ab.

Dagegen finden sich in den Schreins-Urkunden der früheren Zeit des 13. Jahrhunderts einige *caementarii* oder Maurer mit Namen genannt vor. So namentlich in den früheren schon bezeichneten älteren Schreinsrollen, deren Aufbewahrungsort früher oder vielleicht jetzt noch die Jesuiten-Bibliothek zu Cöln ist. Wir nennen nur beispielsweise von solchen die folgenden mit Namen: Gerardus caementarius von St. Andreas, Theodoricus caementarius, eben so Zimmerleute: Henricus carpentarius (1224) u. s. w. Diese *caementarii*, so scheint es, haben in dieser früheren Zeit die Stelle der Steinmetzen eingenommen. Die romanische Baukunst, wenn man auf ihren Charakter etwas genauer hinsehen will, kann gar wohl als eine Maurer-Baukunst bezeichnet werden im Gegensatze zur gothischen Baukunst, welche vorzugsweise eine Sculptur-Baukunst zu nennen ist. Dieser Gegensatz würde dann zum Theil auch einigermaßen den angegebenen Unterschied bei der Anwendung der Begriffe von *caementarius* und *lapicida* erklären können.

Klarer jedoch wird derselbe aus der Betrachtung

der damaligen bürgerlichen Baukunst hervorgehen. Die Wohnhäuser der Stadt Cöln bestanden damals größtentheils aus einem Fachwerksbau. Das Fachwerk von Holz, damals das „Vorgezimbere“ genannt, machte der Zimmermann, während die Ausmauerung dieses Fachwerks dem Maurer (*caementarius*) zufiel. Die Wohnhäuser der vornehmeren Bürger dagegen wurden ganz aus Stein aufgeführt. Mehrere derselben haben sich in Cöln erhalten, sie sind theils im romanischen, theils im gothischen Style; von den letzteren keines, das vor der Mitte des 13. Jahrhunderts erbaut wäre. Wir werden von solchen noch später einiges Mehrere sagen. Der Bau dieser massiven Häuser fiel vornehmlich den Steinmetzen (*lapicidae*) zu. Durch den Bau dieser steinernen Häuser fanden die Steinmetzen die Grundlage ihrer bürgerlichen Existenz.

Wir wissen noch einiges Andere von den äußeren Umständen dieser Steinmetzen zu sagen. Aus Verhältnissen, deren Dasein aus den Schreins-Urkunden erkannt wird, geht hervor, daß diese Steinmetzen damals ihre Werkstätten in ihren Häusern so eingerichtet hatten, daß sie zum Verkauf der aus ihren Werkstätten hervorgegangenen Arbeiten dienen konnten, so wie dies auch noch heute der Fall ist.

Unter den oben bezeichneten zehn Steinmetzen, d. h. denjenigen, die als Grundbesitzer in den Schreinsbüchern von Cöln in der kurzen Zeit von 1248 bis 1270 auftreten, kommen zwei mit dem Titel Magister vor. Dieser Unterschied ist ein bedeutender, auf den wir später noch zurückkommen werden. Jene beiden Magister sind Gerard und ein gewisser Vogelo; letzterer war der Sohn des obengenannten Heinrich von Koldenbach. Es wird gleichfalls von ihm später noch die Rede sein. Er muß wie Gerard vielleicht gerade durch sein Steinmetz-Gewerbe von einer gewissen Bedeutung gewesen sein, weil eine Strafe bei den Minoriten in Cöln von ihm den Namen Vogelostrafe erhalten hat.

Was den Titel Magister betrifft, so müssen wir hier schon zur Verhütung jeder möglichen Verwechslung bemerken, daß dieser Titel bei Steinmetzen in der damaligen Zeit nicht dem eines Handwerksmeisters, sondern dem eines Baumeisters im heutigen Sinne entspricht. Er erscheint alsdann dem Namen unmittelbar vorgesetzt, wie Magister NN. Die Magister-Steinmetzen waren demnach die eigentlichen Architekten jener Zeit.

Nehmen wir nun an, was gleichgültig an sich selbst aber doch möglich ist, daß Gerard bei jenem Heinrich von Koldenbach in die Lehre gegangen sei, so konnte er von jenem Meister, wenn wir ihn noch so geschickt annehmen wollen, nur in der romanischen Kunstweise unterrichtet worden sein. Diese war damals die einzige übliche in Cöln. Bedenkt man nun, daß Gerard und Vogelo in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts als erste Magister unter den Steinmetzen in Cöln auftreten, in einer Zeit, wo wie bis dahin die romanische, so aus-

schliesslich jetzt die gothische Baukunst herrschend war, so werden wir nicht umhin können anzunehmen, daß beide noch bei anderen Meistern in die Schule gegangen sein müssen. Der Unterschied in der ganzen Disciplin der beiden genannten Bauarten macht diese Annahme durchaus nothwendig. Sehen wir nun zu, wo diese Meister sich befunden haben können.

Wir treten in den Anfang der Regierungszeit des Erzbischofs Conrad von Hochsteden, welche durch das Unternehmen des Dombaues verherrlicht ist. Gerade in diesem Zeitpunkte oder um das Jahr 1238 konnte Gerard, der künftige Dombaumeister, zwanzig und einige Jahre zählen. Es ist das die Zeit, in welcher der Jüngling zur Erkenntniß der in ihm liegenden Fähigkeiten gelangt und in welcher er diese auch zu üben begehrt. Die Wahl eines Berufes ist bei tüchtigen Charakteren in diesem Lebensalter schon längst entschieden. Auch muß ein junger Steinmetz von dem Alter unsres Gerard seine Lehrjahre unter der Zucht eines Meisters in dieser Zeit schon lange hinter sich gehabt haben. Gerade in diesem entscheidenden Wendepunkte des Lebens unseres Gerard fällt ein eben so entschiedener Wendepunkt in der Baukunst Cölns.

Was im Uebergangsstyl bisher unklar gewollt und mit Unsicherheit ausgeführt worden, gelangte jetzt zu einer mit Bewußtsein erfaßten und mit Sicherheit ausgeführten Entfaltung. Das Talent des Steinmetzen war hinlänglich geübt, die Baukunst selbst tritt wieder in den Vordergrund. In Cöln kam jetzt die gothische Baukunst an die Stelle der romanischen. Diese Umwandlung vollzog sich innerhalb weniger Jahre.

Die eben berührten Umstände führen uns auf die wichtige Frage von dem Ursprunge der gothischen Baukunst. Um über diesen Ursprung etwas Gütiges zu sagen werden viele Kenntnisse von Thatsachen und von Verhältnissen in der Baukunst erfordert. Da die Thatsachen hier allein entscheidend sind, so müssen dieselben gesammelt und in eine übersichtliche äußere Ordnung gebracht werden, um auf diese Weise den Zusammenhang der Erscheinungen erkennen zu können. Durch eine solche übersichtliche Zusammenstellung der Thatsachen werden viele unnöthige Zweifel und Widersprüche vermieden. Die Tafeln der chronologischen und geographischen Statistik der Bauwerke sind das einzigste Mittel, um über die Geschichte der Baukunst etwas zu wissen. Mit Urtheilen, die aus allgemeinen Vorbegriffen, welche oft Vorurtheile sind, oder aus Aehnlichkeiten mit anderweitigen Erscheinungen hergenommen sind, ist nichts gethan. Jede einzelne Thatsache für sich allein ist zweifelhaft, nur alle zusammengenommen lassen eine probenhaltige Art der Erklärung zu. Setzt man diese Arbeiten als gemacht voraus und die Einsicht in solche Tafeln als ermöglicht vorhanden, so kann über die Herkunft der gothischen Baukunst kein Zweifel bestehen. Die gothische Baukunst kommt aus dem nördlichen

Frankreich. Sie ist in einer Zeit und unter Umständen entstanden, über welche auch jetzt noch viele unklare und irrige Ansichten bestehen, da eine durchweg gültige Belehrung über diesen ihren Ursprung bis jetzt noch nicht gegeben worden ist. Diese gothische Baukunst gelangte in Frankreich gegen Ende des 12. Jahrhunderts unter mehreren günstigen Umständen und zwar in der Regierung Philipp August's zu derjenigen bestimmten und entschiedenen Ausbildung, welche sie geeignet machte als Muster nach auswärts getragen zu werden. Gegen Ende der Regierung Philipp August's, am Anfange des 13. Jahrhunderts erweckte die Baukunst der zwei westlichen Nationen, d. h. der Franzosen und Engländer als der geistig erregtesten damaliger Zeit bei ihren Nachbarn Aufmerksamkeit.

Das nächste Ergebniss dieser Aufmerksamkeit war eine daraus folgende Nacheiferung. Hierdurch war eben in der romanischen Kunst aller benachbarten Länder jener eigenthümliche gemischte und disharmonische Styl entstanden, welchen wir den Uebergangsstyl nennen. Im 13. Jahrhundert in der Regierungszeit Ludwigs des Heiligen verbreitete sich die gothische Baukunst über ganz Europa. Cöln hat an der Aufnahme und Ausbreitung dieser Baukunst einen besonderen Antheil genommen.

Nach Deutschland gelangte die gothische Baukunst aus dem Gebiete der Erzdiöcese Reims auf dem kürzesten und nicht unbekanntem Wege, der zwischen Belgien und Lothringen hindurch in das Rheinland führt. In Deutschland war die Bauthätigkeit im Vergleich zu derjenigen der oben erwähnten westlichen Nationen nicht viel geringer gewesen, wenn wir von der in Paris und in seinem gröfseren Umkreise herrschenden Bauthätigkeit absehen. Hier in Deutschland sieht man, wie zu Trier an den Kreuzgängen des Domes und von St. Mathias die Baukunst um das Jahr 1213 aus den reich gebildeten aber schwülstigen Formen des Uebergangsstyls zu jenen harmonischen und vollständigen Formen der gothischen Baukunst sich umbildete, welche wir besonders mit Rücksicht auf diese letzte Eigenschaft als den Sculpturbau in dieser Baukunst bezeichnen. Die Liebfrauenkirche zu Trier ist das nächste Beispiel dieser Baukunst, ausgezeichnet durch ihren Plan und durch ihre selbstständige Behandlung der Ornamentik. Sie wurde angefangen 1227; ihr Kunststyl ist vergleichbar dem gleichzeitigen der Kathedrale zu Reims, besonders in Bezug auf ihre sehr ähnlichen zweitheiligen Fenster mit Rosen in den Bogen; der letztgenannte Bau war jedoch seit 1211 angefangen worden. Dieser Unterschied in der Zeit bezeichnet den Abstand des Ursprungs für die damalige Stufe des harmonischen und vollständigen Sculpturbaues in der Baukunst zwischen Frankreich und Deutschland.

Das am sichersten beglaubigte Beispiel für den Anfang der gothischen Baukunst in Deutschland ist die Kirche zu Marienstadt, angefangen 1221 und eingeweiht im Chor 1230. Sie liegt bei Hachenburg im Nassau-

wie wehr

Kabr.

schen, 4 Meilen von den Ufern des Rheins. Aber die Klosterkirche zu Haina im Kurfürstenthum Hessen, die in einem viel reineren Style und eben in jenem Style der vollständigen Sculpturbaukunst erbaut ist, soll schon 1221 von Mönchen aus dem Cistercienser-Kloster Altenberg bei Cöln angefangen worden sein. Denselben Styl zeigt auch ein entfernteres Baudenkmal, die Franziscuskirche zu Assisi, deren Bau 1228 begonnen wurde.

Als zweiter Standpunkt zur Bezeichnung des Fortschritts in der Ausbildung der gothischen Baukunst in Deutschland steht die Elisabethkirche in Marburg da. Reinheit der Zeichnung und maassvolle Verhältnißbestimmung aller Structurtheile lassen diesen Bau als das edelste Werk erscheinen, das bis zum Zeitpunkt seiner beginnenden Existenz in der gothischen Baukunst geschaffen worden ist. Uebrigens ist dasselbe eine genaue Nachfolge der Marienkirche zu Trier, nur in einer entschieden höheren Entwicklung. Zweitheilige Fenster in zwei Etagen übereinander bezeichnen hier wie in der Marienkirche zu Trier eine besondere Eigenthümlichkeit des Baues. Angefangen im Jahre 1235 muß diese Kirche im Jahre 1249 in einem wesentlichen Theile ihrer Ausführung schon gestanden haben, zu der Zeit, wo die Translation der Gebeine der heiligen Elisabeth vorgenommen worden ist. Dieser Bau ist das beachtenswertheste Werk der deutschen Schule. Die ältesten Theile der Münster zu Straßburg und zu Freiburg an der Ostseite des Schiffs mit noch sehr ungefügten Formen der Bildung werden aus derselben Zeit sein. Diese Beispiele zeigen, daß einige deutsche Meister in jener Zeit bemüht waren dem gothischen Style in ihrem Lande Aufnahme zu verschaffen. Fragt man, wie es kommt, daß diese Werke im gothischen Style so vereinzelt inmitten einer vollständig bekannten, sicher bekundeten und rührigen Bauthätigkeit, die in jeder Hinsicht sich als eine romanische kennzeichnet, auftreten; fragt man ferner, wie es kommt, daß die Meister dieser gothischen Bauwerke schon in der zweiten Generation ihre Lehrer haben übertreffen können: so ist darauf nur zu antworten, daß wir hier Thatsachen gegenüber stehen.

Man muß die ersten Meister des gothischen Styls in Deutschland nach zwei Abtheilungen, nach oberdeutschen und niederdeutschen Meistern unterscheiden. Die letzteren sind unter diesen Meistern, wie man leicht erkennt, die talentvollsten; sie suchen den gothischen Baustyl, den sie sich, wie angegeben, aus Frankreich holten, weiter zu entwickeln. Die oberdeutschen Meister, deren Hauptsitz zu Straßburg war, verschieden in dieser Hinsicht von ihren Landsleuten in der Nordhälfte von Deutschland, schloßten sich näher an die französische Baukunst an.

Was das Auftreten der ersten gothischen Baukunst am Niederrhein betrifft, so muß man in ihr zwei Richtungen unterscheiden. Die eine derselben wird durch die Kirche zu Marienstadt bestimmt, so wie durch die

gleich zu erwähnende Kirche der Minoriten zu Cöln; die andere und ausgezeichnetere wird durch die Kirchen zu Trier und zu Marburg bestimmt. Jene erste Richtung hat ihren Charakter besonders durch die Eigenthümlichkeit erhalten, welche ihre Werke im Vergleich mit denjenigen der zweiten gothischen Bauperiode als reducirte Bauten erscheinen lassen. Die reducirte gothische Baukunst verkürzt, wie ihr Name anzeigt, die vollständigen und reichgliedrigen Formen der zweiten gothischen Baukunst in einer Weise, daß sie nur den Gesamt-Effect dieser Formen bringen will. Sie wird zum Theil, jedoch nicht ausschließlic, dazu veranlaßt durch eine Sparsamkeit im Aufwande der Baukosten. Die Baukunst jener ersten Richtung unterscheidet sich dadurch wesentlich von derjenigen der zweiten Richtung als einem Sculpturbau. Nur diese letztere Baukunst ist es, von der Alles gilt, was wir zum Lobe der deutschen Baukunst bereits angeführt haben und was man zu ihrem Lobe anführen kann. Der Charakter dieser Baukunst ist ihr Deutschthum und dieses Deutschthum besteht in einer wohlüberdachten, sorgfältigen und gewissenhaften Aneignung einer fremden Baukunst, der sie durch diese Aneignung eigentlich zu ihrem Recht verholten hat. Dieser Charakter der Consequenz der gothischen Formen machte sie auch geeignet für den Charakter der deutschen Baukunst überhaupt bestimmend zu werden. Jedenfalls sind in diesen Richtungen zwei verschiedene Kunsttraditionen zu erkennen, deren Verschiedenheiten sich ursächlich auf die ursprünglichen Meister zurückführen lassen.

Was für uns in Bezug auf diese Kunsttraditionen und ihre Träger oder die Meister am wichtigsten zu bemerken ist, ist die Art der Verhältnisse, unter denen sie in der Folge in der Kunstübung in Cöln auftreten. Gerard's Kunst nämlich ist zum guten Theil aus der Kunstweise des Marburger Meisters hervorgegangen.

4. Die gothische Baukunst wird an Stelle der romanischen aus Baustellen in Frankreich und im westlichen Deutschland in Cöln eingeführt.

Die gothische Baukunst wurde in der Stadt Cöln durch den Bau der Minoritenkirche eingeführt. Daß diese Einführung in der Zeit um den Anfang der Regierung des Erzbischofs Conrad von Hochsteden geschah, konnte man aus der Denkmalgeschichte und aus der Erkenntniß der Stellung, welche die Minoritenkirche in der Geschichte der Baukunst einnimmt, schon lange wissen. Aber einige neuerdings bekannt gewordene Urkunden haben uns in den Stand gesetzt, die Zeit dieses merkwürdigen Hergangs noch genauer zu bestimmen. Sie finden sich in dem zweiten Bande von Lacomblet's Urkundenbuche zur Geschichte des Niederrheins. Machen wir uns zuvor eine Vorstellung von dem Bau der Minoritenkirche in Cöln. Diese Kirche gehört zu den größeren dieses Ordens. Ostwärts beginnt der Bau mit

einem einschiffigen Chor mit fünfseitigem Schluß; daran schließt sich das Langhaus mit erhobenem Mittelschiff und niedrigen Seitenschiffen, westwärts beschließt der Bau die Fronte mit einem achttheiligen Fenster. Die Pfeiler sind von der in Frankreich gewöhnlichen Art, die auch in der Kirche zu Marburg beibehalten ist: ein runder Kern von vier Halbsäulen umstellt; die Fenster, alle zweitheilig, sind im Chor von besonders hohem Verhältniß. Vier Bauzeiten unterscheidet man von Osten nach Westen als aufeinander folgend im ganzen Bau; der Untertheil des Chors bis zu den Fensterbänken reichend ist mit dem anstossenden Klostergebäude das Aelteste, im frühst-gothischen Style. Der Haupttheil des Chors ist im edelsten gothischen Styl, dem Styl des Cölner Dombaues am nächsten verwandt; gleicher Art ist auch noch der anstossende Theil des Schiffs in jener obenberührten Art von Reductionsbaukunst: er setzt die früher einmal bestimmten Formen des Schiffs absichtlich fort, aber in jener verkürzten Art der Behandlung des Details, welche diesem Style eigen ist, so daß dem Kenner und Forscher der Baukunst dieser Bau lange Zeit als ein späterer erschienen ist, als es wirklich der Fall. Das Ganze ist in einem Zeitverlauf von 40 Jahren ausgeführt worden. Eine alte Inschrift aus der Minoritenkirche belehrt uns, daß die Minoritenbrüder ursprünglich in Sion ansässig waren. (Das ist eine Lokalität innerhalb des damaligen Umrings der Stadtmauern von Cöln, südlich der südlichen Grenzlinie der alten Römerstadt gelegen.) Sie haben im Jahr 1220 derselben Inschrift zufolge, nachdem sie eine bessere Stelle für ihr Kloster erhalten, den Grundstein zu ihrer jetzigen Kirche gelegt. Diese liegt im Mittelpunkt der heutigen Stadt, im Innern der alten Römerstadt. Der Bau dieser Kirche, „eine ungeheuere Arbeit“ wie sie sagen, habe 40 Jahre gedauert. Wir setzen diese Inschrift, die nicht mehr vorhanden ist, ihrem Wortlaut nach hierher:

Bis sexcentus post Christum fulserat annus

Bis denusque Sion quando incoluere Minores

Fratres, hoc anno meliore sede potiti

Jecerunt hujus primum fundamenta templi

Quadraginta ingens templi labor hauserat annos

Et sacrat Henricus Curiensis episcopus aedem)*

Gelenius sagt im Leben Engelberts, daß die Minoriten im Jahre 1239 nach Cöln und zwar an ihre jetzige Stelle gekommen seien. — Dies sind die Nachrichten, welche man bisher über das Geschichtliche dieser Klosterkirche hatte. Die genaueren Umstände der Uebersiedelung der Minoriten von der alten Stelle an ihre jetzige sind aber folgende.

Im Jahre 1246 und kurz vor seinem Tode bestimmt der Graf Sayn über ein Grundstück in Cöln, das nach

*) Wer der Henricus Curiensis episcopus sein mag haben wir bis jetzt nicht herausbringen können. Der Chori episcopus ist es jedenfalls nicht, denn dieser war von 1256—1264 ein gewisser Godofridus, und von 1268—1279 ein gewisser Winricus.

ihm seinen Namen hatte, nämlich Sion, das er von den Minoritenbrüdern gekauft hatte: seine Gemahlin Mechthilde solle im Falle seines kinderlosen Absterbens das erworbene Grundstück dem in Cöln ansässigen Cistercienser-Convente überlassen. Nach dem Tode ihres Mannes sorgte die Gräfin Mechthilde für diese Cistercienser so reichlich, daß eine Bulle des Papstes Innocenz IV., die leider ohne Jahresdatum ist, die Gräfin als Stifterin der Kirche jenes Conventes bezeichnet. Diese Cistercienser (Nonnen) waren im Jahre 1244 noch in Wesseling, einem Dorfe in der Nähe von Cöln, ansässig. Ihr Kloster hatte von einer dortigen Lokalität den Namen des Convents in Ophoven angenommen. Vor dem Jahre 1245 sind also diese Nonnen nicht nach Cöln gekommen, wahrscheinlich erst im Jahre 1246. Diese Zeit wird auch die des Baues ihrer Kirche gewesen sein, wenn wir nämlich einer Urkunde des Papstes Innocenz IV. vom October 1247 folgen dürfen, die da besagt, daß die Wittve Sayn von ihrem Manne den Auftrag erhalten habe, zwei Cistercienser-Klöster zu bauen, von denen nun das eine das zu Sion ist.

Fassen wir diese Umstände zusammen, so werden wir den Wechsel des Lokals der Minoriten mit dem Wechsel des Lokals der Cistercienserinnen in Verbindung bringen müssen. Der eine ist offenbar die Veranlassung des anderen gewesen. Das heißt also: in demselben Jahre oder etwas früher, als die Cistercienserinnen nach Sion zogen, werden die Franziskaner mit dem Bau ihrer Minoritenkirche vorgegangen sein. Um den Gottesdienst in dieser Kirche zu halten, mußten sie wenigstens mit dem Chor derselben fertig geworden sein. Die Vollendung desselben würde also allen gegebenen Umständen nach spätestens in das Jahr 1246 fallen. Dieser Chor ist in seinem Obertheile ein ausgezeichnetes Stück der gothischen Baukunst. Seinem Style und der Denkmalsgeschichte nach kann er nicht lange vor dieser Zeit angefangen worden sein. Die Urkunden zwingen uns ihn nicht lange über diesen Zeitpunkt hinaus zu setzen. Der Untertheil dieses Chores ist älter. Zu ihm gehört als ein Theil des Capitelgebäudes die anstossende Sacristei. Der Styl dieser ältesten Theile des Klostergebäudes ist besonders zu beobachten: es ist der frühst-gothische Styl, der sich durch seine herben in der Zeichnung noch sehr unsicheren Formen bemerklich macht. Dieser Theil ist offenbar von einem anderen Meister erbaut. Es paßt nun zu der oben angegebenen Angabe des Gelenius, wenn wir diesen älteren Theil als im Jahre 1239 fertig geworden annehmen. Die Minoritenbrüder hatten dann in ihm ihren Gottesdienst halten und dabei ihre Wohnung haben können. Was nun das Jahr 1220 betrifft, so würde dies, wenn in ihm wirklich eine Grundsteinlegung statt hatte, auf ein vorsichtig berechnetes Vorgehen im Bau der Minoritenbrüder und auf eine Behinderung dieses Baues schließen lassen. — Von der Kirche zu Sion hat uns Boisserée in seinen mittelalter-

König v. Rhod. 1253
1253
1253
1253

Heinrich v. Rhod. 1251-72.

S. 1251

lichen Baudenkmalen am Niederrhein eine Abbildung erhalten; sie war im romanischen Styl in leichtester Art erbaut.

Der Baustyl des ältesten Theils der Minoritenkirche kommt von der obengenannten Kirche zu Marienstadt her. Man erkennt dies sehr genau, wenn man beide Bauten in Beobachtung zieht und dabei auf alle bekannten Thatsachen der rheinländischen Baukunst Rücksicht nimmt. Beide Bauwerke zeigen wie gesagt den frühstgothischen Styl und zwar in einer Uebereinstimmung, die sich nur durch eine Gemeinsamkeit der Baumeister beider erklären läßt. Es ist dies die Kunsttradition der ersten Richtung für die erste gothische Baukunst in den Rheinlanden, die wir oben bezeichnet haben. Freilich ist die Grundrißgestaltung bei dem Chor zu Marienstadt und bei dem Chor der Minoriten eine ganz verschiedene. Bei dem ersteren ist die Grundrißgestaltung die der französischen Kathedrale mit Umgang und Capellenkranz und zwar in der gothischen Ausführungsweise dieser Grundrißanordnung; der Chor zu Marienstadt ist in diesem Bezuge das erste Beispiel einer solchen Art in Deutschland. Aber der Styl und die Formenbehandlung ist bei beiden Bauten derselbe, er ist etwas mit gleichzeitigen alterthümlichen gothischen Formen in Belgien verwandt. Beispiele dieses frühstgothischen Styles finden sich auch noch anderswo in Cöln: der südliche Anbau von St. Ursula, die Gewölbe des Schiffs von St. Johann, und in der Umgegend von Cöln sind die Gewölbe der später noch zu erwähnenden Abteikirche von Gladbach in diesem Style gebaut.

Marienstadt ist von dem obengenannten Grafen von Sayn gestiftet. Hiermit sind Erklärungen für persönliche Verbindungen der Baumeister an der Minoritenkirche und zu Marienstadt gegeben. Warum freilich an der Minoritenkirche in Cöln und an der Cistercienserkirche zu Marienstadt von demselben Meister im gothischen Styl gebaut wurde, während die von derselben Familie gestiftete Cistercienserkirche zu Sion in romanischem Styl ausgeführt wurde, darüber werden wir uns hier in keine weitere Betrachtung einlassen. Nur so viel ist klar, daß diese Dinge mit der Disciplin der Baumeister zusammenhängen, und daß diese Disciplin der Baumeister Cölns als gothische oder romanische damals eine sehr verschiedene war, eine Verschiedenheit, die durch den Gegensatz des Romanischen und Gothischen bedingt wurde.

Der Baumeister von Marienstadt hat den Bau seines Chores erst nach vorgängiger Kenntniß der französischen gothischen Kathedrale entwerfen können. Rundsäulen im Halbkreis gestellt, Gallerieen, auffallend in die Höhe strebende Verhältnisse und Strebebogen sind charakteristisch für diese großartigen Bauten. Es war aber dieser Styl an diesem abgelegenen Klosterorte keineswegs so gestaltet, daß er ein ferneres Studium der Beispiele französischer Baukunst überflüssig gemacht hätte.

Er konnte nur Mittel werden, die Aufmerksamkeit auf die Eigenthümlichkeiten der gothischen Baukunst zu lenken. Noch weniger hatte er mit den kostspieligen Arbeiten an der Liebfrauenkirche zu Trier, an den Kirchen zu Marburg und in Hessen in Vergleich gestellt werden können. Der Bau von Marienstadt unterscheidet sich von den zuletzt genannten eben dadurch, daß er den gothischen Styl auf seine nothwendigsten Elemente, auf die structiven Glieder beschränkt und das Ornament nur höchst mäßig verwendet; er zeigt den reducirten gothischen Styl, während die anderen genannten Bauwerke den ausgebildeten gothischen Sculpturbau zeigen.

Es findet hier ganz derselbe Unterschied statt, den wir zwischen dem Untertheil und dem Obertheil des Chors der Minoriten bemerken. Der Obertheil dieses Chors steht mit den obengenannten Kirchen zu Trier und zu Marburg in sofern zunächst in Verbindung, als alle diese Bauten Sculpturbauten sind. Sodann bemerkt man an ihnen die besondere Begabung ihrer Baumeister, das Wesen des gothischen Baustyls aufzufassen und aus seinem Geiste heraus zu schaffen; eine Eigenschaft, die wir von den deutschen Meistern den niederdeutschen zuerkennen haben. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß die Formen der Minoritenkirche ohne Weiteres aus den Formen der Liebfrauenkirche zu Trier und der Elisabethkirche zu Marburg hergeflossen seien. Man muß in der Baukunst das Talent oder die Gabe, gegebene Formen in den ansprechendsten Verhältnissen darzustellen, von der Kenntniß der architektonischen Formen-Motive unterscheiden. In ersterer Beziehung war von dem Marburger Meister Alles geleistet worden, was nur geleistet werden konnte; aber was die Kenntniß der Motive betrifft, so war man nach auswärts und dahin gewiesen, von wo alle Erfindungen in der gothischen Baukunst gekommen waren, nämlich nach Paris.

Paris war der Ort, wo allein damals alles Neueste, was für den Fortschritt der Baukunst geleistet worden, zu erfahren war. Man darf nicht vergessen, daß auch in Frankreich die Ausbildung der gothischen Baukunst nur an wenigen Stellen vor sich ging. In Paris wurden damals einige wenige Capellen gebaut, an denen nun eben diejenigen Formen auftreten, die zu jener Zeit von Bauten in Deutschland nicht hergenommen werden konnten. Diese Pariser Bauten sind das Refectorium im Kloster St. Germain des Près, errichtet seit 1239, die Marien-Capelle in demselben Kloster, errichtet seit 1243, und der bedeutendste von allen, die St. Chapelle, erbaut in fünf Jahren von 1243 bis 1248. Von den beiden erstgenannten Bauten, die in der französischen Revolution untergegangen sind, können wir nur nach erhaltenen Zeichnungen urtheilen. Nach diesen war das genannte Refectorium in Gestalt einer Capelle mit zweitheiligen Fenstern erbaut, ganz vergleichbar dem Chor der Minoritenkirche zu Cöln. Der Baumeister des letzteren

mufs bei der Conception seines Werks jene genannten Pariser Bauten vor Augen gehabt haben. — Ein anderes Bauwerk wäre wahrscheinlich auch noch hierher zu ziehen, nämlich die Minoritenkirche in Paris, die von 1231 bis 1248 erbaut wurde und bis zu den Zeiten der französischen Revolution unter dem Namen der Jacobiner-Kirche bekannt war, aber nicht mehr besteht. Wir können indess von ihr nichts sagen, da uns Zeichnungen von ihr nicht zu Gesicht gekommen sind. — Die Verbindung mit Paris war damals schon zu allgemeinen Studienzwecken bedeutend: Paris besafs eine Universität, es war die einzige, die damals überhaupt bestand.

Wir sehen also, wie in dem Bau der Minoritenkirche zu Cöln sich die deutsche mit der französischen Schule in der Baukunst verband. Die Kenntniß des gothischen Baustyls war in Deutschland durch diesen Bau um eine neue Gestaltung bereichert. Sie mußte auf den Geist der deutschen Baumeister bei dem allgemeinen Begehren nach Bauwerken gothischen Styls und bei ihrem Bestreben der neuen Richtung des Zeitgeschmacks zu dienen, von großem Einfluß sein.

Der Baumeister der Minoritenkirche Cölns ist nicht bekannt. Wahrscheinlich war aber dieser Bau vom Convente einem Laienbruder übertragen worden. Wenn wir bedenken, daß alle Stylgestaltung am Chor dieser Kirche mit jener am Chor des Cölner Domes die nächste Verwandtschaft hat, daß in den Formen der Pfeiler und Fenster jenes die entsprechenden Formen an den Capellen des letzteren sich schon ganz vorbereitet finden, so werden wir nicht anstehen zu sagen, daß in dem Chor der Minoritenkirche ein erstes Werk des Steinmetzen Gerard erkannt werden könne. Jedenfalls wird ihm eine Mitwirkung bei diesem Bau, welcher Art sie nun auch gewesen sein mag, zugeschrieben werden müssen. Diese Art der Mitwirkung näher zu bestimmen ist nicht möglich. Es mufs genügen hier allein daran zu erinnern, daß Gerard ein geborener Cölner und ein ansässiger Bürger der Stadt war. Wenigstens mußte ihm als Baumeister jener Chorbau auf das Genaueste bekannt sein. Das Uebrige kann nur aus den bekannten oder noch zur Kenntniß gelangenden Thatsachen aus den damaligen Vorkommenheiten in Cöln und in der Baukunst geschlossen werden.

5. Vorbereitungen zum Dombau.

Die Regierung des Erzbischofs Conrad von Hochsteden war für die Geschicke Cölns wie von ganz Deutschland von der höchsten Bedeutung. Seit ihrem Eintritt macht sich eine neue Richtung im Leben der Zeit bemerklich. Indem die altgewohnten politischen Bande des Reichs sich lösten, suchte der Erzbischof seine Hoheitsrechte von der Kaisergewalt ganz frei zu machen. In Uebereinstimmung und zugleich im Gegensatz zu diesen Bestrebungen befestigte die Stadt Cöln die Grundlagen ihrer bürgerlichen Freiheit. Bevölkerung und Verkehr

vermehrte sich in ihr in einer bis dahin nicht bekannten Weise, wie die Schreinsbücher ausweisen. In Uebereinstimmung mit diesem Aufschwunge des Verkehrs läßt sich ein neuer Schwung in der bürgerlichen Baukunst beobachten. Im Drange einer geschäftigen Zeit vermehrten sich Leben und Thätigkeit in aller Hinsicht. Schon die alleinige Thatsache, daß die Minoriten in die Stadt aufgenommen wurden, zeugt von einer erhöhten Lebendigkeit aller Verhältnisse. Die Minoriten waren die Redner des Volks, das sie in dem damaligen zur Entscheidung gedrängten Streite zwischen dem Papste und dem Kaiser durch begeisterte Predigten für ihre Plane zu gewinnen suchten. Der Bau ihrer Kirche konnte nur aus den Beiträgen der zahlreichsten Klasse der Bürger ermöglicht worden sein. Diese Kirche oder eine andere ähnlicher Art scheint Mathäus Paris im Auge gehabt zu haben, wenn er in seinem Chronicon maius mit seiner verbissenen aber großartigen Weise die eben entstehenden Minoriten wegen des Stolzes ihrer Bauten tadelt. In demselben Mathäus Paris zeigt sich schon die Natur des späteren reformirten Englands, wenn er zugleich gegen die rastlose Beitreibung von Geldsummen von Seiten des Papstes loszieht, bei der besonders die Minoriten thätig waren: „*Jam consurgunt in regales altitudines*“ sagt er von ihren Kirchen. Wenn die Minoriten so bedeutende Kirchen bauten, so konnte auch in Cöln an einen neuen Dombau gedacht werden.

Der Plan zu einem solchen war ja schon längst gefaßt worden. Die vom Erzbischof Engelbert im Jahre 1224 ausgesetzten 500 Mark jährlichen Beitrags zu einem neuen Dombau mußten schon eine bedeutende Summe ergeben, wenn sie seit dieser Zeit wirklich jährlich ausgezahlt worden waren. Der Erzbischof Conrad wollte gegen die bekundete Vorsorge seines Vorgängers im Amte nicht zurückbleiben. Er stellte im Jahre 1243 eine Urkunde aus, durch welche er einen vermehrten Ablass der Patronatskirche S. Peter zu Cöln, d. i. dem Dome verlieh. Die Ertheilung dieses Ablasses wurde auf einen Zeitraum von 14 Tagen ausgedehnt „wegen des Gedränges der Wallfahrenden.“ Wir werden hier an eine Art Heiligthumsfahrt denken müssen, wenn wir den zuletzt angeführten Ausdruck jener Urkunde verstehen wollen, an einen unermesslichen Zusammenfluß von Menschen aus allen Orten, wie man dergleichen in neuerer Zeit nur noch bei den alle sieben Jahre wiederkehrenden Heiligthumsfahrten in Aachen sieht.

Die Ausstellung von Heiligthümern giebt die beste Gelegenheit die Opferwilligkeit des Volks in Anspruch zu nehmen. Im Jahre 1245 finden wir urkundlich einen Magister Heinricus als *competitor structurae ecclesiae maioris Coloniensis*, das ist ein Beitragssammler für den Dombau, wie wir später noch sehen werden. Zur Kennzeichnung der Zeit und ihrer eigenthümlichen Zustände darf hier die Thatsache nicht ohne Bemerkungen übergangen werden, daß dies dasselbe Jahr 1245 ist, in wel-

chem der Kaiser Friedrich II auf dem Concil zu Lyon all' seiner Kronen und besonders auch der von Deutschland verlustig erklärt wurde. Der Reichsgeschichte nach war diese Zeit für Deutschland keine glückliche. Im Mai des folgenden Jahres 1246 war an die Stelle des entsetzten Kaisers in der Person des Landgrafen von Thüringen, Heinrich Raspe, ein Gegenkönig ernannt worden.

Dieses Landgrafengeschlecht, das in Hessen und zugleich in Thüringen residirte, ist merkwürdig. Die Ernennung Heinrich Raspe's zum deutschen König ist als eine Anerkennung der Tüchtigkeit seines Ahnen, des Landgrafen Ludwig des Eisernen sowie der heiligen Elisabeth zu betrachten, der zu Ehren gestiftete Kirche sich in Marburg damals im Bau erhob. Dieses Landgrafengeschlecht selber schreibt seinen Ursprung von den Carolingern her. Oft hatte die verwittwete Königin von Frankreich, Blanca, die Mutter Ludwigs des Heiligen, den Sohn jener Heiligen in den Versammlungen ihres Hofes geküßt. Wo die Könige Heilige sind, kann man für die Kirchenbaukunst nur Bedeutendes erwarten.

Die damaligen Ereignisse waren den Anhängern der Priesterpartei günstig und so erachtete dann in demselben Jahre 1246 der Erzbischof Conrad mit seinem Bruder, dem regierenden Grafen Friedrich, es für gerathen die Grafschaft Hochsteden an das Stift und den Altar S. Petri als Geschenk zu vergeben. Die Urkunde dieser Schenkung ist vom 16. April 1246 datirt. Die Landeshoheit des Cölnischen Erzbisthums war dadurch in ihrem Gebiete bedeutend vermehrt, und dem Dom mußten durch jene Schenkung bedeutende Hilfsmittel zufließen. Das Unternehmen seines Umbaues stand nun nahe bevor. — Am 25. März des Jahres 1247 wurde durch einen Beschluß des Capitels förmlich festgestellt, daß der Dom neugebaut werden solle, und es traten an diesem Tage mehrere Domherren zusammen, die den Thesaurarius des Domes ungeachtet seines ausdrücklich constatirten Sträubens bestimmten, eine gewisse Einnahme abzüglich von 30 Mark, die ihm davon verbleiben sollten, sechs Jahre lang zur Baukasse (*ad opus novae fabricae*) abzuführen.

Jetzt war die Zeit gekommen, wo man sich nach einem Baumeister zu dem Neubau des Domes umsehen mußte. Zu einem so wichtigen Bauunternehmen, wie es der Neubau einer Cölner Kathedrale war, wird man sich gewiß einen Baumeister gewählt haben, der schon an anderen Kirchenbauten seine Kunst erprobt, der sich als Kirchenbaumeister schon einen begründeten Ruf erworben hatte. Es liegt nahe, daß wenn uns dieser Meister als Cölner Bürger bekannt geworden ist, wir diese Kirchenbauten entweder in Cöln selber oder in dessen nächster Umgebung zu suchen haben werden. Finden wir nun daselbst Bauwerke, die ihrem Style nach sowohl im Großen und Ganzen als auch besonders in der Behandlung ihres Details als Vorarbeiten zu dem Cölner Dombau angesehen werden müssen, so werden wir nicht

umhin können diese Bauwerke demselben Meister zuzusprechen. Eine Erwägung dieser Art war es, welche uns bei Betrachtung des Chors der Minoriten in Cöln schon eine Mitwirkung des ersten Dombaumeisters bei diesem Bau erkennen liefs, ohne daß wir im Stande waren die Art dieser Mitwirkung genauer angeben zu können. Mehr aber noch gilt dies von einem anderen Bau, einem besonders prächtigen Werk, das die Eigenthümlichkeit und hohe Begabung seines Meisters in noch höherem Grade erkennen läßt. Es ist dies der Chor der alten und schönen Abteikirche in Gladbach, das 10 Stunden nordwestlich von Cöln gelegen ist. Seitdem uns von diesem bei aller Einfachheit so herrlichen Werk vor nunmehr zwanzig Jahren durch Anschauung die erste Kunde wurde, ist uns kein zweites Beispiel dieser Art in den Rheinlanden bekannt geworden. Eine kurze Beschreibung dieser Abteikirche möge hier seine Stelle finden. Das Schiff dieser Kirche, dem sich der Chor anschließt, ist ein Bau der Uebergangsbaukunst, für welchen man kein Datum hat; nur die Gewölbe, deren Rippen in den Profilen mit den datirten der St. Willibrords-Kirche in Echternach bei Trier aus dem Jahre 1244 genau übereinstimmen, lassen sich der Zeit ihrer Erbauung nach genauer bestimmen, sie müssen aus der Zeit nahe um das Jahr 1240 herrühren. Der Chor der Abteikirche von Gladbach ist ähnlich dem der Minoritenkirche Cölns, ein einschiffiger Bau mit fünfseitigem Polygonschluss und in allen Jochen auf der Langseite wie im Polygonschluss mit zweitheiligen Fenstern versehen. Das Stabwerk in diesen Fenstern schließt oben einen einfachen Kreis ein. Unter diesen Fenstern sind die Wände mit Arkaden geziert. Besonders in den Profilen dieses ganzen Baues wird die den ersten deutschen Meistern des gothischen Styles eigenthümliche Formen-Keuschheit ersichtlich; diese Profile zeigen mit den entsprechenden Profilen an den Chor-Capellen des Cölner Domes verglichen eine solche Uebereinstimmung, daß Nichts natürlicher ist, als jene für Vorarbeiten dieser zu nehmen; bei beiden zeigt sich dasselbe Talent des Architekten, nur daß die letzteren noch eleganter und feiner ausgeführt worden sind. Die Ornamentik schließt sich im Vergleich zu der an den hessischen Bauten mehr an die der französischen Meister an. Die gemalten Fenster, von denen sich Bruchstücke erhalten haben, zeigen ganz in der Art der französischen gemalten Glasfenster Einzelfiguren in gothischen Tabernakeln. Man glaubt hier in der That ein Werk von der Hand des ersten Cölner Dombaumeisters erkennen zu müssen.

Um die Zeit dieses Chorbaues von Gladbach zu ermitteln, müssen eingehende Untersuchungen angestellt werden, für welche Hülfen aus Urkunden nicht fehlen. Letztere finden sich in dem 2. Bande von Lacomblet's Urkundenbuch zur Geschichte des Niederrheins. Die Umstände in Bezug auf die baulichen Verhältnisse dieser Abtei, die hier besonders in Betracht zu ziehen sind,

sind folgende: Im Jahre 1243 den 29. Januar hatte die Abtei Gladbach zum ersten Male vom Erzbischof Conrad von Hochsteden das Privilegium erhalten, die Einkünfte der Pfarrkirche denen der Abtei einzuverleiben „wegen des Alters der Wohn- und Dienstgebäude der Brüder“ (*propter vetustatem edificiorum et officinarum fratrum*) und weil zu deren baulicher Herstellung „eine kostenvolle Arbeit“ (*labor exigatur sumptuosus*) erfordert werde, wie es heißt. Wir haben oben der Gewölbe der Abteikirche gedacht und können deren Bau spätestens in das Jahr 1243 versetzen. Es heißt nun in der eben angezogenen Urkunde „*cum vacaverit ecclesia parochialis*“. Diese Parochial- oder Pfarrkirche war also damals noch nicht vacant. — Die Sache war bedeutend genug, und so bestätigte der Papst in einer aus Lyon vom 28. Februar 1245 datirten Urkunde jenes angegebene Privilegium, und in einer Urkunde vom Monat Juni des folgenden Jahres wiederholt der Erzbischof jene Bewilligung mit denselben Worten. Die Pfarre war also auch in diesem Jahre noch immer nicht vacant. In einer Urkunde vom Monat November 1247 bestimmt dagegen der Erzbischof, daß der künftige Pfarrverweser die gesammten Einkünfte seiner Kirche beziehen und davon nur 12 Mark alljährlich an die Abtei abgeben solle. Bis zu diesem Zeitpunkt spätestens doch wohl war also die Pfarrei vacant geworden, und ihre Einkünfte hatten demgemäß einen, wie es scheint, nicht unbeträchtlichen Beitrag zu den Baukosten der Abtei liefern können. Nichts liegt näher, als die Zeit der Abfassung dieser Urkunde mit dem Bau des Chors der Abteikirche in Verbindung zu bringen. Die Umstände sind also der Art, daß wir den Beginn dieses Baues nicht nahe genug an das Jahr 1247 setzen können. Mit der eben gestellten Datirung dieses Baues stimmen auch noch die übrigen bekannten Daten über denselben. Im März 1253 verzichtet die Abtei Gladbach auf die genannte Rente gegen Bezug des Pfarrzehntens, der Opfer an den vier Hauptfesten u. s. w. Dieser Umstand scheint auf eine Beendigung des Baues hinzudeuten. — Somit wäre also die Bauzeit dieses Chores genau bestimmt. Vor kurzer Zeit ist uns die Kunde von einem andern auf diesen Bau bezüglichen Datum geworden: im Hauptaltare der Kirche soll neuerdings eine Schrift gefunden worden sein, die das Jahr 1278 als das der Einweihung des Altars des Chors angiebt. Dieses Datum kann, selbst wenn es genau wäre, in der oben angestellten Ermittlung für die Zeit des Anfangs dieses Baues keine Veränderung hervorbringen.

Es ist ein Charakterzug der Blüthezeit des 13. Jahrhunderts, daß die Thätigkeit in der Baukunst von den politischen Bewegungen, die in jener Zeit so stark wie je in einer waren, nicht behindert wird. Wir haben inmitten der Zeit, wo Deutschland sich von seinem alten und sieggewohnten Kaisergeschlecht trennte, den Bau der Minoritenkirche zu Cöln und den Bau der Abtei

Gladbach gesehen. Anderswo würden wir noch mehr Beispiele solcher Bauthätigkeit in dieser Zeit finden. Das Leben des Volks zog vom Herzen in die Glieder.

Die großen Reichsgeschäfte gingen in Deutschland unterdessen wie Anfangs ihren mißlichen Gang weiter. Im Februar 1247 war der ernannte Gegenkönig Heinrich Raspe gestorben. Deutschland hatte wenigstens für einweilen keinen König mehr. Das Erzstift Cöln erkannte keinen solchen an.

In demselben Monat Februar des Jahres 1247, wo diese Ereignisse statt hatten, sehen wir nun den Steinmetzen Gerard in den Schreinsbüchern Cölns auftreten. Er kauft sich von Albero Flamingus gegen einen Erbzins von 30 Denaren einen Hausplatz in der Johannisstraße. Er bebaut diesen Platz mit einem Hause, und dieses Haus wird in einer Urkunde vom 24. Juni 1248 als schon gebaut bezeichnet. Wir erfahren zugleich aus dieser Urkunde, in welcher der genannte Albero Flamingus einem Henricus de Porta und dessen Frau ein anderes Haus beim Gebührhause (dem Gemeindehause) des Niderich gelegen, zugleich mit jenen 30 Denaren Rente von dem erstgenannten Hausplatze verkauft, daß dieser von Gerard erkaufte Hausplatz dem Gebührhause gegenüber gelegen war. Die Johannisstraße war damals bei der schnellen Zunahme der Bevölkerung in besondere Aufnahme gekommen; sie war eine Hauptstraße im Niderich, in demjenigen Stadttheile, wo auch die Besitzungen der Verwandten Gerard's und die Wohnhäuser vieler späteren Dombaumeister lagen. Die Höfe vieler auswärtigen Abteien, d. s. Wohnhäuser zur zeitweiligen Aufnahme ihrer Conventualen, wenn sie Geschäfte nach Cöln riefen, lagen in dieser Stadtgegend. Wir erwähnen hier nur den Hof der Abtei Altenberg und den der Abtei Gladbach wegen der Verbindungen, die diese Abteien mit dem Dombaumeister unterhielten. —

Gerard's Haus in der Johannisstraße an der Ecke der Penzgasse ist nicht mehr vorhanden. Wir können uns aber von seinem äußeren Ansehen einen Begriff nach anderen in dieser Straße noch vorhandenen Wohnhäusern aus dieser Zeit bilden. Diese Häuser, durchweg im gothischen Styl erbaut, legen für den Zustand der bürgerlichen Baukunst Cölns im 13. Jahrhundert ein gutes Zeugniß ab. Beispiele solcher Wohnhäuser finden wir in Cöln in einem noch jetzt erhaltenen Klostergebäude der Minoriten gewiß noch aus der Zeit von 1239, ferner in einem Grundstück der Johannisstraße, welches ehemals der Hof der Abtei Camp war, drittens in einem anderen Grundstück der Johannisstraße, welches wahrscheinlich der ehemalige Blumenthaler Hof ist, viertens in einem Wohnhause eben daselbst, über welches in den Urkunden der Schreinsbücher im Jahre 1259 verhandelt wird. Letzteres scheint wirklich in diesem Jahre gebaut zu sein; später war es der Hof der Herzöge von Cleve; es ist von allen genannten alten Wohnhäusern das bemerkenswertheste. Es zeigt eine gut gebaute Façade

von zwei Stockwerken mit mälsig großen rechteckigen Fenstern, die von steinernen Kreuzen gut getheilt werden. Alles ist ganz einfach gehalten, aber von recht ansprechenden Verhältnissen. So ähnlich wird auch Gerard's Haus ausgesehen haben. Es ist gewiß nach den Bedürfnissen der Steinmetzerei eingerichtet gewesen, denn wir finden dasselbe in den Schreins-Urkunden hundert Jahre lang von vier Steinmetzen nach einander bewohnt.

Im Sommer des Jahres 1247 war also Gerard, wie wir gesehen haben, mit dem Bau seines Hauses in der Johannisstrafse beschäftigt. Wir werden ihn wohl auch noch in diesem Jahre den Bau des Chores in Gladbach in Angriff nehmen lassen müssen. Vor dieser Zeit wird er aber auf Reisen gewesen sein, um die nöthigen Studien für diesen Chorbau und für den Domchor zu machen. Die Conception solcher Bauwerke ist ohne eine vielseitige Umschau in der Baukunst nicht denkbar.

Der Erzbischof Conrad von Hochsteden hatte die nothwendigsten Reichsgeschäfte so weit geordnet, daß im October des Jahres 1247 Graf Wilhelm von Holland zum deutschen Könige an Stelle des verstorbenen Gegenkönigs Heinrich Raspe erwählt werden konnte. Für diese Erwählung hatte sich die Geistlichkeit besonders thätig erwiesen, und so wurde denn der neu erwählte König Wilhelm vom Volke „der Pfaffenkönig“ genannt. Der Plan, einen neuen Dom in Cöln zu bauen, war nun seiner Ausführung nahe. Conrad von Hochsteden war der Mann, der diesen Plan zu verwirklichen im Stande war. Der Erzbischof von Cöln stand als der erste Mann seiner Zeit da. Um zu entscheiden, ob wirklich die oben angedeuteten Vorarbeiten zum Dombau von Seiten Gerards stattgefunden haben mögen, müssen wir uns in den Nachrichten umsehen.

Wir haben schon oben den Beschluß des Domcapitels von 25. März 1247 angeführt, nach dem ein neuer Dom in Cöln gebaut werden sollte. Eine andere auf den Neubau des Domes bezügliche Nachricht findet sich in einer kurzen handschriftlichen Chronik von Cöln, die nach ihrem Besitzer gewöhnlich die Imhof'sche genannt wird; diese sagt: „Anno dom. 1248 in die S. Quirini [d. i. der 30. März] brannte der alte Dom ab. Diese chronikalische Nachricht ist die einzige genaue über die Zeit dieses Brandes. Es läßt sich nun die Frage aufwerfen, ob alsbald nach diesem Brande zum Neubau des Domes geschritten worden sei. Diese Frage wird durch den Bericht eines gleichzeitigen und gut unterrichteten Schriftstellers Cölns am besten beantwortet. Dieser Bericht findet sich an einer von Conrad Iserenhoff um das Jahr 1515 verfaßten und handschriftlich nachgelassenen Geschichte der Erzbischöfe von Cöln eingeschaltet. Er lautet aus dem Lateinischen übersetzt folgendermaßen *):

„In demselben Jahre (1248) als das Cölnische Capitel über die gänzliche Zerstörung der alten Hauptkirche

und die Herstellung eines besseren Baues mit dem Erzbischof und den Obern übereingekommen war, und die sehr eiligen Meister den östlichen Theil der Mauern unterhöhlt hatten, so zündeten sie mit zu großem Feuer unvorsichtig die unter die Höhlung gestellten Stützen an, damit das Gemäuer, welches darüber stand, schnell zusammenstürze. Aber das Feuer bei einem ihm zuwehenden Winde übermächtig werdend verzehrte jenes edle obzwar alte Kirchengebäude mit den beiden vergoldeten da innen hangenden Kronen gänzlich mit Ausnahme der bloßen Mauern der Wände. Aber Gottes Macht zeigt sich darin klar, daß der Kasten der heiligen drei Könige (der noch heut vorhanden ist), welcher von seinem Orte in die Mitte der Kirche gestellt, und vor der Anzündung des Feuers zur Thüre gebracht worden war, nicht aus Furcht vor dem Feuer sondern aus Furcht vor der Erschütterung der Mauern, ohne irgend eine Beschädigung ganz und unversehrt ist erhalten worden.“

„Conrad aber, der Erzbischof, nachdem die Prälaten der Kirche, die Edeln des Landes und die Dienstmannen desselben einberufen waren, auch eine unzählige Menge des Volks durch die Stimme der Prediger zusammengeströmt war, legte am Tage der Himmelfahrt Mariä nach Vollendung der feierlichen Messé den ersten Stein, sowohl aus Autorität des Papstes als aus seiner eigenen und des Legaten, und nicht weniger aller Suffragane der Cölnischen Kirche, wobei sehr große bisher unerhörte Indulgenzen gegeben wurden den Gläubigen, welche Almosen entweder geben oder schicken würden zum Gebäu der genannten Kirche. Von jener Zeit ist dann das Fundament der neuen Basilika des heiligen Petrus, d. h. der Hauptkirche in Cöln von wunderbarer Breite und Tiefe mit großen Kosten angefangen worden.“

Dieser Brand des alten Domes wurde also durch die Vorbereitungen eines neuen Dombaues hervorgerufen. Wir bemerken hierbei, daß im Mittelalter gar häufig sich Brände von Kirchen gerade in der Zeit ereignen, wo die Umstände den Plan zu einem beabsichtigten Neubau derselben hatten reifen lassen. Des Brandes des alten Domes wird auch von Mathaeus Paris in seinem Chronicon maius mit folgenden Worten Erwähnung gethan: „Die Cathedrale des heiligen Petrus in Cöln, welche aller Kirchen in Deutschland gleichsam Mutter und Oberin ist, brannte ab“.

Nach diesem Brande wußte man von dem Papste Innocenz IV, welcher sich damals wegen der Verhandlungen über die Kirchenangelegenheiten zu Lyon befand, eine Indulgenz-Urkunde, datirt vom 12. Mai (XII. Calend. Junii) 1248, zu erlangen. Diese Urkunde findet sich in einem alten Copialbuche niedergeschrieben, das vormalig dem Cölnischen Domcapitel angehörte; sie fordert die Gläubigen zu Beiträgen für den Dombau auf. „Da der verehrungswürdige Bruder Erzbischof und die geliebten Brüder des Capitels die Kirche mit großen

*) Mitgetheilt von S. Boisserée im Cölner Domblatt 1846. No. 21.

Kosten wiederherzustellen wünschen“ *ecclesiam ipsam cupiant opere sumptuoso*. Der Ausdruck „*opere sumptuoso*“ ist der damaligen Zeit zur Bezeichnung eines aufwandsvollen Baues geläufig.

Das oben angegebene Datum der Grundsteinlegung zum neuen d. i. dem jetzigen Dome wird auch durch eine alte aber nicht gleichzeitige lateinische Inschrift bezeugt, die sich unten am Eingange des nördlichen Kreuzschiffs, das erst im 15. Jahrhundert gebaut worden, angebracht findet. Diese Inschrift lautet übersetzt wie folgt: „Im Jahr 1248, als das Volk und der Clerus die zum Himmel aufgestiegene Maria festlich feierte, legte Erzbischof Conrad von Hochsteden, der Grofsherzige, zu diesem Tempel den ersten Stein. Im Jahr 1320 fing dann dieser neue Chor von freudigen Lobliedern zu erklingen an.“

Diese Inschrift giebt uns also zugleich auch genau das Datum der Vollendung des neu unternommenen Chorbaues an. — Nun wird doch wohl anzunehmen sein, daß wenn man im März 1248 den alten Dom zum Zweck eines nun wirklich zu unternehmenden Neubaus wenn auch nur in einem Theile abzubrechen anfing, man sich schon irgendwie mit Zeichnungen für eben diesen Neubau werde versehen haben. Nach allen bisher bekannt gewordenen Umständen wird uns darüber kein Zweifel sein.

Sehen wir vorerst, über die persönlichen Verhältnisse des uns bekannten Dombaumeisters einige weitere Feststellungen zu gewinnen. In demselben Jahre 1248 tritt Gerard wieder in den Schreins-Urkunden auf aber diesmal als *Magister*. Sowohl dieses neuen Umstandes wegen als zur Bestätigung aller uns von früher her bekannten Umstände theilen wir diese Schreins-Urkunde ihrem Inhalte nach mit:

„Allen sowohl Gegenwärtigen wie Zukünftigen sei bekannt, daß Gertrudis, die Braut des Magister Gerard von Rile, Godescalcs Sohne (*Gertrudis amasia Magistri Gerardi de Rile, filii Godescalci*), hiermit entsagt allem Rechte, das ihr der genannte Magister Gerard auf das Haus gegeben hatte, das die Wohnung seines Vaters des vorgenannten Godescalc ehemals gewesen war; dasselbe ist auf dem Büchel bei dem Weinberg der Domherrn von Cöln gelegen. Item Allen sei bekannt, daß der genannte Gerard seinem Bruder Johann und der Aleid, der Frau des genannten Johann, die Hälfte des vorgenannten Hauses mit dem Hausplatze übertrug, wie es liegt, so daß sie es veräußern können. „Datum anno dom. 1248.“

Wir sehen, daß in dieser Urkunde Gerard in Verhältnissen auftritt, die auf eine Verheirathung und häusliche Niederlassung hinweisen. Gerard mochte damals aller Berechnung nach im Anfange der dreißiger Lebensjahre stehen. Vielleicht, daß der Tod seines Vaters die erste Veranlassung zu jener Urkunde gegeben hatte. Da diese Verhältnisse genau in demselben Jahre, wo der Dombau gegründet wird, kund werden, so ist wohl an-

zunehmen, daß sie mit demselben nicht ganz aufer Zusammenhang stehen können.

Da diese Urkunde ohne Angabe des Tages ausgestellt, so wissen wir nicht, wann eigentlich Gerard Magister mag genannt worden sein. Das Datum dieser Urkunde fällt aber nach dem 25. März 1248, weil das Cölnische Jahr damals mit diesem Tage begann. In jener anderen früher angezogenen Urkunde vom 24. Juni 1248, die wegen des Hausverkaufs in der Johannisstraße durch Albero Flamingus an Heinricus de Porta ausgestellt ist, in der von dem neu erbauten Hause Gerards die Rede ist („*domus, quam edificavit Gerardus lapicida*“) wird dieser noch einfach *lapicida* genannt. War also Gerard damals noch nicht in solchen Verhältnissen, daß er Magister genannt werden konnte, oder ist seine Bezeichnung als einfacher *lapicida* nur in Uebereinstimmung mit einer anderen Urkunde aus dem vorhergehenden Jahre gewählt, um mögliche Irrungen in der Person des Gerards zu vermeiden? Diese Fragen können wir nicht beantworten. Man mag immerhin annehmen, daß jene Urkunde ohne Tagesdatum erst nach dem 24. Juni 1248 ausgestellt worden ist, und daß Gerard erst nach seiner durch die Dombaugründung gesicherte Dombaumeister-Stellung Magister genannt worden sei.

Was hat es nun zu bedeuten, wenn in der Mitte des 13. Jahrhunderts und zwar in der Stadt Cöln ein Steinmetz Magister genannt wird? Obgleich wir diese Frage schon oben vorläufig beantwortet haben, so verdient sie doch eine weitere Erörterung, da ihre Beantwortung einen nicht unwichtigen Aufschluß über die Lebens-Stellung eines Dombaumeisters bietet. Wenn man die Nothwendigkeit dieser Frage zugiebt, so wird man auch ihre ausführlichere Beantwortung zu gestatten haben. Wir schicken hier einige wenige Erläuterungen voraus.

Der Titel Magister kommt von der Universität her. Als solcher war er im 13. Jahrhundert in bestimmtem Gebrauch. Sein Ursprung ist, wie so vieles Andere, in Paris zu suchen, wo lange Zeit die einzige Universität in ganz Europa bestand. Dieser Titel Magister war, wie schon oben gesagt, vor den Namen gesetzt in der Form Magister N. immer eine Auszeichnung gewesen bis zu dem Ende des 13. Jahrhunderts, wo er von dem höher auszeichnenden Titel „Doctor“ überboten wurde. Der Magister-Titel wurde von der Universität Paris als ein wissenschaftlicher Grad an Personen des höheren Lehrfachs ertheilt, die mit unseren heutigen Gymnasiallehrern verglichen werden können. Aber alsbald wurde dieser auszeichnende Titel im gewöhnlichen Leben aus Höflichkeit auch Personen gegeben, die man wegen ihrer Kenntnisse in der Geometrie und ihrer Geschicklichkeit im Zeichnen — nothwendige Erfordernisse eines Architekten — wohl mit den Universitäts-Magistern gleich stellen mochte. In einer Reform der Universität Paris vom Jahre 1235 wird in einem Abschnitte „*de physicis*

et artistibus“ überschrieben, d. h. über die Mediciner und Philosophen, bestimmt, daß sie nur nach einem Examen zur Würde eines *magister artium liberalium* gelangen sollen. Vielleicht hat diese Verordnung Hrn. Fahne verleitet, die Magister-Steinmetzen für solche Universitäts-Magister zu nehmen. Er führt eine Reihe von 70 Cölnischen Steinmetzen mit Namen auf, von denen er glaubt, daß sie *magistri artium liberalium* gewesen seien. Aber diese Steinmetzen sind in diesem Sinne gewiß keine Magister gewesen. Die Bedeutung dieses Titels kann nur aus seinem Gebrauch in den Urkunden gewonnen werden. Der Magister-Titel kann sehr wohl mit einem Titel wie Herr, Capellmeister, Baumeister u. s. w. verglichen werden.

Wie sehr es Brauch des Lebens ist, für jede Art von persönlicher Vortrefflichkeit eine passende Bezeichnung zu geben, können wir aus dem Beispiel des Erbauers der St. Chapelle in Paris, des Peter von Montreuil sehen. Er wird auf seinem Grabstein im Kloster St. Germain des Près unter mehreren anderen belobenden Beziehungen auch „*doctor latomorum*“ genannt. Man suchte also für ihn nach einer neuen und sogar ungewöhnlichen Bezeichnung. Dieser Titel „Doctor“ ist für Architekten nicht in Gebrauch gekommen, wenngleich er für Baumeister, wie Pierre de Montreuil einer war, sehr charakteristisch ist. Im späten Mittelalter freilich verhält es sich mit der Bezeichnung Magister anders. In dieser Zeit wurde der im Gebrauch überhaupt heruntergekommene Magister-Titel an gewöhnliche Handwerksmeister gegeben. Erklären läßt sich dies durch die erhöhte Bedeutsamkeit des Handwerkerstandes in dieser Zeit. Das Zunftregiment nahm diesen Titel für sich in Anspruch, und aus Magister wurde Meister. Wir wollen hier zu bemerken nicht unterlassen, daß der Titel Magister im 13. Jahrhundert unter den Baumeistern besonders und vielleicht zuerst denjenigen gegeben worden zu sein scheint, die sich der Uebung des neu eingeführten gothischen Bausystemes hingaben.

Wir haben schon früher einen Beitragsammler für den Dombau kennen gelernt; es war jener Magister Henricus, der als *competitor* der Domkirche in einer Urkunde vom Jahr 1245 bezeichnet wird, ein Umstand, aus dem man eine bestimmte Vorbereitung für den Dombau erkennt. Im Jahr 1248 erscheint ein *Magister Henricus petitor structurae ecclesiae maioris Col.*; ihm wird ein Haus, das in der Gegend der Marcellenstraße gelegen, übergeben, welches er dann wieder an die Domkirche übergibt. *Petitor* ist dasselbe was *competitor*. Der Ausdruck *provisor* kommt in derselben Bedeutung eines Vorsorgers und Beitragsammlers vor in einer Urkunde des Erzbischofs Engelbert II. vom Jahre 1264, durch welche ein Geistlicher, ein Magister Gerardus, als „*provisor fabricae nostrae*“ zu Sammlungen für den Dombau ermächtigt wird; in derselben Urkunde werden auch „*petitorum negotia*“ erwähnt. Weitere Vorbereitungen für

den Dombau als schon in jener früheren Zeit geschehen, erkennt man aus einer späteren Urkunde vom Jahre 1267. In dieser überläßt nämlich der Burggraf vom Drachenfels dem Domcapitel einen näheren Weg vom Steinbruche des letzteren zum Ufer des Rheins. Das Domcapitel muß also diesen Steinbruch schon einige Zeit früher besessen haben. Der Steinbruch am Drachenfels, zwei Stunden oberhalb Bonn gelegen, lieferte nämlich die Steine zum Dombau. Dieser Stein ist Trachyt, bekanntlich ein vulkanisches Product.

Die Vorbereitungen zum Dombau lassen sich auch auf der Baustelle selbst erkennen. Im Jahr 1251 bezeugt Goswin, der Decan des Domes, den Ankauf von acht kleinen Häusern (*octo domunculae*), die zwischen dem Porticus der Kirche und der Johannis-Capelle gelegen waren. Die Stelle, wo diese acht kleinen Häuser gestanden, kann aus der bekannten Lage der alten jetzt nicht mehr vorhandenen Johannis-Capelle als die Südostseite des alten Domes erkannt werden. Diese Häuser mußten dem neuen Dom Platz machen, es heißt deshalb von ihnen in derselben Urkunde: *propter opus et edificium ecclesiae nostrae per nos depositae et destructae*. Die *magistri operis*, unter welchen man hier bestellte Kirchenmeister für die Fabrik des Domes zu verstehen hat, werden in dieser Urkunde angewiesen, den Zins von jenen acht Häusern, bestehend in 7 Mark jährlich, an die Kirchenkasse abzuführen. Stellt man alle diese Nachrichten mit jenen anderen schon früher angeführten über die persönlichen Verhältnisse des Dombaumeisters selbst zusammen, so kann man daraus schließen, daß in dieser Zeit die Vorbereitungen zum Dombau schon sehr ernstliche gewesen sein müssen.

Man kann nun die Frage aufwerfen, wie es mit den Zeichnungen zum Dombau ausgesehen haben werde. Um einen so complicirten Bau übersichtlich zu leiten, bedurfte man nothwendig der Bauzeichnungen. Wie man sich zu Zeiten Erzbischof Engelberts den Plan zu dem beabsichtigten Neubau des Domes gedacht haben möge, kann zweifelhaft sein, aber zur Zeit der Regierung Conrads von Hochsteden konnte dieser Plan kein anderer als der der französischen Kathedrale sein. Wie in der Politik so neigten auch in der Baukunst die Rheinlande nach Frankreich hin. Vielleicht war schon seit dem Regierungsantritt Erzbischof Conrads an einem solchen Plane gearbeitet worden. Ein so belebender Geist, wie es der Conrads von Hochsteden war, mußte bei seinem lebendigen Interesse für den Neubau des Domes auf den mit Entwürfen dazu beschäftigten Architekten von bedeutendem Einfluß sein. Die Größe der Aufgabe mußte einen strebsamen Künstler von Gerard's Art zu dem Vorsatz begeistern, in ihrer Lösung hier das Höchste zu leisten, was seine künstlerische Kraft überhaupt zu leisten im Stande war. Gezeichnete Pläne für den Dombau aus dieser Zeit besitzen wir nicht. Die vorhandenen alten, eine Zeit lang verloren gegangenen und seitdem wieder

aufgefundenen Baurisse für den Dombau sind — aus den an ihnen ersichtlichen Bauformen und allen sonstigen erkennbaren Umständen nach zu schliessen — nicht vor dem Ende des 13. Jahrhunderts geschaffen. Wie Zeichnungen für den Dombau zur Zeit seiner Gründung ausgesehen haben können, kann nur aus der ermittelten Existenz der damaligen Bauformen auf dem Wege der Denkmalgeschichte erkannt werden.

Gezeichnete Baupläne gerade aus dieser Zeit oder eben bis zur Zeit des 13. Jahrhunderts sind überhaupt sehr selten. Aus einer durchgängig fühlbaren Unsicherheit in der Gestaltung der Bauwerke selbst läßt sich erkennen, daß regelrechte Bauzeichnungen damals von den Baumeistern nicht angefertigt wurden bis zum Beginn des früher schon erwähnten harmonischen Stils in der gothischen Baukunst Frankreichs, also genau bis zum Eintritt des 13. Jahrhunderts. Man hat im Jahr 1838 in Reims auf der Stadtbibliothek Palimpsest-Zeichnungen auf Pergament gefunden, welche Pläne von Bauwerken sowohl bloß projectirter wie schon ausgeführter darstellen; ferner Façaden und verschiedene Theile wiedererkennbarer Bauwerke aus verschiedenen Orten, sowie geometrische Aufzeichnungen zur Bestimmung der Anfallpunkte für Gewölbe. In diesen gesammelten Zeichnungen hat man das Skizzenbuch eines französischen Baukünstlers, des Villars de Honnecourt erkannt, welcher, wie sich aus anderen Umständen ermitteln läßt, ein Zeitgenosse des Dombaumeisters Gerard war. Die Zeichnungen mögen zu den ältesten gehören, die sich überhaupt werden entdecken lassen; sie sind ziemlich genau und der Art, wie sie noch heute ein Architekt auf einer Studienreise von interessanten Bauwerken macht. Man ersieht aus ihnen, daß die damaligen Architekten wie die heutigen ihre Anschauungen und Kenntnisse von der Baukunst in Zeichnungen auf Reisen sammelten, und daß sie die gewonnenen Erfahrungen für sich selbst und für Andere bei ihren eigenen Bauentwürfen nutzten.

Nachdem es im Gegensatz zu der früheren mehr handwerksmäßigen Praxis der Bauleute Brauch geworden war Baurisse anzufertigen, so werden auch für einen Cölner Dombau von Anfang an Bauzeichnungen für nöthig befunden worden sein. Ihr Verlust erklärt sich daraus, daß solche auf Pergament angefertigte Bauzeichnungen später wegradirt wurden, um dieses Pergament bei dem verhältnißmäßig hohen Preise desselben aufs Neue für Schriftstücke zu benutzen.

Gerard konnte den Plan seines Domes nur nach dem Muster der Kathedralen und anderer großen Kirchen Frankreichs entwerfen. Ihr Plan war, wenn wir dies Wort in seiner ursprünglichen Bedeutung als Grundriß fassen wollen, in der französischen Baukunst bereits schon seit längerer Zeit festgestellt und ausgebildet worden. Aber hinsichtlich des Aufbaues konnte Gerard Vorbilder für seinen Dombau nur an einigen we-

nigen Hauptbauten finden, die in der Umgegend von Paris seit dem Anfange des 13. Jahrhunderts entstanden waren. Wenn man die Grundrisse der Kathedralen dieser Gegend gezeichnet neben einander legt, so erkennt man, daß die der Kathedralen von Beauvais und Amiens die einzigen sind, welche wirklich als unmittelbare Vorbilder des Cölner Domes angesehen werden müssen. Der Plan der Kathedrale von Beauvais, d. h. des Chores derselben, von dem hier allein die Rede ist, hat das Vorbild für die Bestimmung der Mauer- und Pfeilerstärken des Cölner Domchores gegeben. Der Chor der Kathedrale von Beauvais war seit 1225 zu bauen begonnen worden. Der Chor der Kathedrale von Amiens, dessen Bau 1240 angefangen wurde, hat für Reinheit und Eleganz in der Lösung alles Geometrischen des Planes Anleitung gegeben. Es ist sogar wahrscheinlich, daß die Zeichnungen zu dem Grundriß des Cölner Domes, was die Hauptabmessungen desselben betrifft, in Paris selbst studirt worden sind. Wir finden in der Nähe einer jener früher erwähnten einzelnen schönen Capellenbauten, nämlich bei der Capelle der Sorbonne, die damals im Bau begriffen war, einen „*vicus latomorum*“. Vielleicht daß in diesem die aus allen Landen zur Vervollkommnung in ihrer Kunst herbeigeströmten Architekten die Pläne zu ihren künftigen Bauten studirten. Die Kathedrale von Amiens hat das Vorbild für die Structur des Cölner Domes geliefert. Dasselbe ist in dieser Beziehung, man muß es bekennen, vom Cölner Dom nicht übertroffen worden. Um Fortschritte der Baukunst am Cölner Dom zu entdecken, muß man in sein Detail herabsteigen. Die Pfeiler desselben sind nach der reichen Form der Kreuzpfeiler gestaltet, welche Form zuerst auch schon in Frankreich versucht worden ist (zu Maubuisson 1253). Sie läßt sich als eine Inspiration von der englischen Baukunst her erkennen. Der Cölner Dombaumeister hat bei der Conception seines Werkes seinen Blick weithin auf die auswärtige Baukunst schweifen lassen.

Der Triumph des Cölner Domes liegt in der Kunst seiner Profilirungen. Diesen Vorzug verdankt er der deutschen Schule der gothischen Baukunst. Diese hat den Reichthum der englischen mit der zu sehr beschränkten Einfachheit der französischen zu einer maassvollen Einheit verbunden. Alles Detail des Cölner Domes steht mit diesem Charakter der Profilirung in voller Uebereinstimmung. Ueberall sieht man den Alles beherrschenden, Alles voraussehenden Geist, der seine Bestimmungen nur nach reiflichster Erwägung trifft. Das ist der Charakter des Cölner Domes. Seine Gestaltung ist ein Ergebniß alles dessen, was aus Betrachtung der damaligen Baukunst zu gewinnen war, aber dieses Ergebniß ist deswegen nicht weniger das Eigenthum einer einzigen Person, die sich auf der Höhe ihrer Zeit wufste. Eben deshalb stellt diese Person für sich allein eine besondere Stufe in der Entwicklung der Baukunst dar. In der Person des ersten Cölner Dombaumeisters erkennt man

Darf in dem Aufzuge der Königin Maria

das Princip, aus welchem die Cölnische Dombauschule hervorging.

Wenn wir die Baumeister der Blüthezeit des Mittelalters in so edler Thätigkeit schaffen sehen, so werden wir nicht glauben, daß diese Baumeister einfache Steinmetzen gewesen seien, die sich mit ihrem Sinne nicht über das Handwerk erhoben. Schon oben wurde das Beispiel des Peter von Montreuil angeführt, jenes *Doctor latomorum*, des Erbauers der St. Chapelle in Paris — eines unmittelbaren Vorbereitungswerks des Cölner Domes — dem gewiß als Anerkennung seiner gediegenen Leistungen in der Baukunst ohne sonstige Rücksichten seine Zeitgenossen eine aufrichtige Verehrung entgegenbrachten. Aber auch andere der damaligen großen

Dombaumeister Frankreichs genossen wenigstens nach ihrem Tode in Inschriften und auf Gräbern eine ehrende Auszeichnung. Zu Reims sieht man den Grabstein des im Jahr 1263 gestorbenen Hues Libergier, der auf diesem als Baumeister des dortigen Domes und der schönen aber nunmehr untergegangenen Kirche S. Nicaise bezeichnet wird. Dieser Grabstein zeigt uns eine Portrait-Figur jenes Baumeisters mit einer idealen Gesichtsbildung, das Haupt mit einer Mütze bedeckt, den Leib mit einem langen Mantel bekleidet; in der Rechten hält er Zirkel, Maafsstab und Winkelhaken, in der Linken ein Kirchenmodell. Der Art ungefähr ist das Bild, das man sich von den großen Baumeistern des 13. Jahrhunderts zu machen hat.

(Schluß folgt.)

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

Verzeichniß der im Staatsdienste angestellten Baubeamten.

(Am 1. März 1862.)

I. Im Ressort des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten:

A) Verwaltung der Eisenbahn-Angelegenheiten und des Land-, Wasser- und Chaussee-Bauwesens.

1) Beim Ministerium.

a) Vortragende Räte.

- Hr. Hagen, Geheimer Ober-Baurath.
 - Busse, desgl.
 - Stüler, desgl. und Hof-Architekt Sr. Majestät des Königs.
 - Linke, desgl.
 - Lentze, Carl, desgl.
 - Hübener, Ober-Bau-Director.
 - Weyer, Geheimer Ober-Baurath.
 - Anders, desgl. (beurlaubt).
 - Kawerau, Wilh., Geheimer Ober-Baurath.
 - Nottebohm, desgl.
 - Salzenberg, Geheimer Baurath.
 - Weishaupt, Theodor, desgl.
 - Wiebe, desgl.
 - Hähner, Eisenbahn-Director (commissarisch).
 - Grund, Reg.- und Baurath (commissarisch).

b) Im technischen Bureau der Abtheilung für die Eisenbahn-Angelegenheiten.

- Hr. Schwedler, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Büreaus.
 - Plathner, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Schwedler, desgl.

c) Technische Hilfsarbeiter bei der Abtheilung für das Bauwesen.

- Hr. Erbkam, Baurath.
 - Kümritz, desgl.
 - Sonntag, Bauinspector (commissarisch).
 - Schwarz, Land-Baumeister und Professor.

d) Bei besonderen Bau-Ausführungen.

- Hr. Bürde, Baurath in Berlin.
 - Voigtel, Land-Baumeister in Cöln (beim Dombau).

2) Technische Bau-Deputation zu Berlin.

- Hr. Hübener, Ober-Bau-Director, Vorsitzender, s. oben bei 1a).

Hr. Eytelwein, Geh. Ober-Finanzrath.

- Becker, Geh. Ober-Baurath a. D. (Ehren-Mitglied).
- Hagen, Geh. Ober-Baurath, s. oben bei 1a).
- Busse, desgl. desgl.
- Stüler, desgl. desgl.
- Linke, desgl. desgl.
- Lentze, desgl. desgl.
- Hartwich, desgl. a. D. in Cöln.
- Fleischinger, Geh. Ober-Baurath in Berlin.
- Wedding, Geh. Regierungsrath in Berlin.
- Brix, desgl. in Berlin.
- v. Quast, desgl. in Berlin.
- Horn, Regierungs- und Baurath in Potsdam.
- Briest, desgl. in Potsdam.
- Strack, Hof-Baurath und Professor in Berlin.
- Hitzig, Baurath in Berlin.
- Schadow, Ober-Hof-Baurath a. D. desgl.
- Drewitz, Regierungs- und Baurath in Erfurt.
- Weyer, Geh. Ober-Baurath, s. oben bei 1a).
- Prange, Geh. Regierungsrath in Arnberg.
- Wiebe, Geheimer Baurath in Berlin, s. oben bei 1a).
- Anders, Geh. Ober-Baurath in Berlin, desgl.
- Nottebohm, Geh. Ober-Baurath in Berlin, desgl.
- Kawerau, desgl. desgl. desgl.
- Redtel, Geh. Ober-Baurath in Berlin.
- Pfeffer, Geheimer Admiralitätsrath in Berlin.
- Salzenberg, Geh. Baurath in Berlin, s. oben bei 1a).
- Malberg, Regierungs- und Baurath in Berlin, s. bei 5b).
- Weishaupt, Th., Geh. Baurath in Berlin, s. oben bei 1a).
- Stein, Geheimer Regierungsrath in Stettin.

3) Bei der Bau-Akademie.

Direction:

- Hr. Busse, Geheimer Ober-Baurath.
 - Stüler, desgl.
 - Lentze, desgl.

Als Lehrer angestellt:
 Hr. Brix, Geh. Regierungsrath, s. oben bei 2).
 - Böttcher, Professor.
 - Stier, Baurath und Professor.
 - Schwarz, Professor und Land-Baumeister, s. oben bei 1c).

4) Bei den Eisenbahn-Commissariaten.

Hr. Koch, Reg.- und Baurath in Berlin (auch für Erfurt).
 - Fromme, desgl. in Cöln.

5) Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

a. Bei der Ostbahn.

Hr. Löffler, Eisenbahn-Director, erstes Mitglied der Direction in Bromberg.
 - Grillo, Ober-Betriebsinspector in Bromberg.
 - Lange, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des technischen Büreaus und Assistent des technischen Mitgliedes der Direction, in Bromberg.
 - Hildebrandt, Eisenbahn-Bauinspector und Betriebsinspector in Bromberg.
 - Behm, desgl. desgl. in Frankfurt a. O.
 - Mentz, desgl. desgl. in Schneidemühl.
 - Bachmann, desgl. desgl. in Danzig.
 - Micks, desgl. desgl. in Königsberg i. Pr.
 - Heegewald, Eisenbahn-Baumeister in Königsberg i. Pr.
 - Thiele, desgl. in Landsberg a. W.
 - Schultze, desgl. u. commissarisch Betriebsinspector in Insterburg.
 - Redlich, desgl. in Bromberg (beim Bau der Bromberg-Thorner Eisenb.).
 - Lademann, desgl. in Nakel.
 - Magnus, desgl. in Cüstrin.
 - Schorfs, desgl. u. commissarisch Betriebsinspector in Königsberg.

b. Bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn.

Hr. Malberg, Reg.- und Baurath, Mitglied der Direction in Berlin.
 - Umpfenbach, Eisenbahn-Bauinspector und Betriebsinspector in Berlin.
 - Priefs, Eisenbahn-Baumeister in Breslau.
 - Meske, desgl. in Görlitz.
 - v. Vagedes, desgl. in Guben.
 - Römer, desgl. in Berlin.

c. Bei der Westfälischen Eisenbahn.

Hr. Simon, Eisenbahn-Director, technisches Mitglied der Direction in Münster.
 - Keil, Eisenbahn-Bauinspector u. Betriebsinspector in Münster.
 - Rolcke, Eisenbahn-Baumeister in Paderborn.
 - Stegemann, desgl. in Münster.
 - Dulon, desgl. in Hamm.
 - Tillmann, desgl. in Paderborn.

Hr. Mellin, Eisenbahn-Baumeister zu Driburg, erster ausführender Baumeister der Eisenbahn von Altenbecken über Höxter nach Holzminden.

d. Bei der Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

Hr. Weishaupt, Herm., Reg.- und Baurath in Elberfeld.
 - Plange, Eisenbahn-Director, zweites technisches Mitglied, daselbst.
 - Stute, Eisenbahn-Betriebsinspector daselbst.
 - Blankenhorn, Kreis-Baumeister in Siegen (beim Bau der Ruhr-Sieg-Eisenbahn).
 - Bänsch, Land-Baumeister, commissarisch als technischer Vorsteher des Central-Büreaus, in Elberfeld.
 - Winterstein, Carl, Eisenbahn-Baumeister in Langenberg (bei der Prinz-Wilhelm-Eisenbahn).
 - Krüsemann, desgl. in Barmen (bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn für die Strecken: Elberfeld-Witten und Hagen-Letmathe).
 - Schneider, desgl. in Altena (beim Bau der Ruhr-Sieg-Eisenbahn).

Hr. Korn, Eisenbahn-Baumeister in Plettenberg (beim Bau der Ruhr-Sieg-Eisenbahn).

- Hardt, desgl. in Elberfeld, Vorsteher des technischen Büreaus und technischer Assistent.
 - Reps, desgl. in Dortmund (bei der Witten-Dortmund-Soester Eisenbahn).
 - Ruchholz, desgl. in Elberfeld (bei der Düsseldorf-Elberfelder Eisenbahn).

e. Bei der Aachen-Düsseldorf-Ruhrorter Eisenbahn.

Hr. Simons, Eisenbahn-Director, erstes und technisches Mitglied der Direction in Aachen.
 - Scheerbarth, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector daselbst.
 - N. N., Eisenbahn-Baumeister zu Gladbach.

f. Bei der Eisenbahn-Direction in Saarbrücken.

Hr. Hoffmann, Reg.- und Baurath in Saarbrücken.
 - Fabra, Eisenbahn-Bauinspector daselbst.
 - Vogt, desgl. daselbst.
 - Quassowski, Eisenbahn-Bauinspector und Betriebsinspector in Saarbrücken.
 - Winterstein, Ludwig, Eisenbahn-Baumeister in Kreuznach (bei der Rhein-Nahe-Eisenbahn).
 - Zeh, desgl. in Oberstein, desgl.
 - Bayer, Eisenbahn-Baumeister in Cönen (für die Saarbrücker Eisenbahn).

g. Bei der Oberschlesischen Eisenbahn.

Hr. Siegert, Eisenbahn-Bauinspector, technisches Mitglied der Direction in Breslau.
 - Wilhelmy, Eisenbahn-Bauinspector und commiss. Betriebsinspector in Stargard (für die Strecke Stargard-Posen).
 - Rampold, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Breslau (für die Breslau-Posen-Glogauer Bahn).
 - Lent, Eisenbahn-Bauinspector in Breslau (Vorsteher des technischen Büreaus).
 - Westphal, Eisenbahn-Baumeister in Stargard (bei der Stargard-Posener Eisenbahn).
 - Rosenberg, desgl. in Beuthen (für die Zweigbahn im Oberschlesischen Bergwerks- und Hütten-Revier).
 - Ilse, desgl. in Fraustadt (bei der Breslau-Posen-Glogauer Bahn).
 - Grapow, desgl. in Breslau (bei der Breslau-Posen-Glogauer Bahn).
 - Spielhagen, desgl. in Breslau.
 - Schwabe, desgl. in Kattowitz.

h. Bei der Wilhelmsbahn (Cosel-Oderberg).

Hr. Oberbeck, Eisenbahn-Director, technisches Mitglied der Direction in Ratibor.
 - Dieckhoff, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Ratibor.
 - Luck, Eisenbahn-Baumeister in Ratibor.

6) Beim Polizei-Präsidium zu Berlin.

Hr. Oppermann, Reg.- und Baurath in Berlin.
 - Köbke, Bauinspector daselbst.
 - Afsmann, Land-Baumeister daselbst.

7) Bei der Ministerial-Bau-Commission zu Berlin.

Hr. Nietz, Reg.- und Baurath in Berlin.
 - Wilmanns, Baurath daselbst.
 - Schrobitz, Bauinspector daselbst.
 - Lohse, desgl. daselbst.
 - Möller, desgl. daselbst.
 - Cremer, desgl. daselbst.
 - Lanz, Strafsen-Inspector daselbst.

8) Bei der Regierung zu Königsberg in Pr.

Hr. Kloht, Geh. Regierungsrath in Königsberg.
 - Puppel, Reg.- und Baurath daselbst.
 - Brinkmann, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
 - Jester, Baurath in Heilsberg.
 - Bertram, Bauinspector in Braunsberg.
 - Steencke, Baurath in Zülz bei Saalfeld.

- Hr. Tischler, Bauinspector in Königsberg.
- Lettgau, Wasser-Bauinspector in Labiau.
 - Hecker, Schlofs-Bauinspector in Königsberg.
 - Bleek, P. Ludwig, Hafen-Bauinspector in Memel.
 - Frey, Hafen-Bauinspector in Pillau.
 - Bürkner, Bauinspector in Lentzinen für die Inspection in Ortelburg.
 - Schultz, Theodor, Bauinspector in Hohenstein.
 - Kirchhoff, desgl. in Königsberg.
 - Hoffmann, Frd. Wilh., Kreis-Baumeister in Pr. Holland.
 - Meyer, desgl. in Memel.
 - Mottau, desgl. in Rastenburg.
 - Eweremann, desgl. in Pr. Eylau.
 - Alsen, desgl. in Bartenstein.
 - Möller, desgl. in Wehlau.

9) Bei der Regierung zu Gumbinnen.

- Hr. Kroneberg, Reg.- und Baurath in Gumbinnen.
- v. Derschau, desgl. daselbst.
 - N. N., Bauinspector in Lyk.
 - Gentzen, Bauinspector in Darkehmen, verwaltet die Kreis-Baumeister-Stelle daselbst.
 - Fütterer, Wasser-Bauinspector in Tilsit.
 - Szepannek, Bauinspector in Gumbinnen.
 - Schäffer, Wasser-Bauinspector in Kukerneese.
 - Ferne, Bauinspector in Insterburg.
 - Zicks, Kreis-Baumeister in Tilsit, für den Baukreis Heydekrug.
 - Knorr, desgl. in Pillkallen.
 - Alsen, desgl. in Lötzen.
 - Becker, desgl. in Tilsit.
 - Schultz, H. Aug., desgl. in Johannisburg.
 - Düsterhaupt, desgl. in Goldapp.
 - v. Schon, desgl. in Sensburg.

10) Bei der Regierung zu Danzig.

- Hr. Spittel, Geh. Regierungsrath in Danzig.
- Weishaupt, Ober-Bauinspector daselbst.
 - Klopsch, Wasser-Bauinspector in Elbing.
 - Donner, Bauinspector in Danzig.
 - Ehrenreich, Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.
 - Gersdorf, Rob. Aug., Wasser-Bauinspector in Marienburg.
 - Königk, desgl. in Danzig.
 - Hoffmann, Kreis-Baumeister in Neustadt in Westpreußen.
 - Kromrey, Wasser-Baumeister in Rothebude bei Tiegenhof.
 - Fromm, Kreis-Baumeister in Berent.
 - Degner, desgl. in Elbing.
 - Martiny, desgl. in Carthaus.
 - Bachmann, desgl. in Dirschau, für den Baukreis Pr. Stargard.

11) Bei der Regierung zu Marienwerder.

- Hr. Schmid, Geh. Regierungsrath in Marienwerder.
- Henke, Reg.- und Baurath daselbst.
 - Erdmann, Wasser-Bauinspector daselbst.
 - Rauter, Bauinspector in Graudenz.
 - Berndt, Wasser-Bauinspector in Culm.
 - Koch, Bauinspector in Marienwerder.
 - Zeidler, Kreis-Baumeister in Thorn.
 - Luchterhandt, Kreis-Baumeister in Schwetz.
 - Ammon, desgl. in Schlochau.
 - Schmundt, desgl. in Rosenberg.
 - Passarge, desgl. in Strassburg.
 - v. Zschock, desgl. in Deutsch-Crone.
 - Alisch, desgl. in Conitz.
 - Kozlowski, Land-Baumeister in Marienwerder.

12) Bei der Regierung zu Posen.

- Hr. Butzke, Reg.- und Baurath in Posen.
- N. N., desgl. daselbst.
 - Schinkel, Baurath daselbst.
 - Lange, Bauinspector in Schrimm.
 - Laacke, desgl. in Lissa.

- Hr. Kasel, Bauinspector in Ostrowo.
- Winchenbach, desgl. in Meseritz, für den Baukreis Schwerin.
 - Passek, Wasser-Bauinspector in Posen.
 - v. Gropp, Kreis-Baumeister in Krotoschin.
 - Langerbeck, desgl. in Wreschen.
 - Schönenberg, desgl. in Samter.
 - Röse, desgl. in Kosten.

13) Bei der Regierung zu Bromberg.

- Hr. Gerhardt, Reg.- und Baurath in Bromberg.
- Meyer, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
 - Crüger, Baurath in Schneidemühl, für d. Baukreis Schönlanke.
 - Orthmann, Wasser-Bauinspector in Bromberg.
 - Pfannenschmidt, Bauinspector daselbst.
 - Köbke, desgl. in Bialoslive, für den Baukreis Wirsitz.
 - Geyer, desgl. in Gnesen.
 - Quassowski, Kreis-Baumeister in Bromberg, für den Baukreis Wongrowice.
 - Voigtel, Max, desgl. in Inowraclaw.

14) Bei der Regierung zu Stettin.

- Hr. Grund, Reg.- und Baurath, siehe bei 1a).
- Homann, desgl. in Stettin.
 - Lentze, Carl Ludw., Baurath in Stargard.
 - Borchardt, Wasser-Bauinspector in Swinemünde.
 - Lody, Bauinspector in Stargard.
 - Herrmann, desgl. in Stettin.
 - Nicolai, desgl. in Demmin.
 - Wernekinck, Wasser-Bauinspector in Stettin.
 - Kaupisch, Kreis-Baumeister in Greifenhagen.
 - Thömer, desgl. in Anclam.
 - Fischer, desgl. in Naugard.
 - Blankenstein, Land-Baumeister in Stettin.
 - Alberti, Kreis-Baumeister in Pasewalk.
 - Meyer, desgl. in Cammin.

15) Bei der Regierung zu Cöslin.

- Hr. Nünneke, Geh. Regierungsrath in Cöslin.
- Pommer, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
 - Bleek, J. Siegr., Bauinspector in Neu-Stettin.
 - Moek, Wasser-Bauinspector in Colberger-Münde.
 - Drevitz, Bauinspector in Stolp.
 - Döbbel, desgl. in Belgard.
 - Ehrhardt, desgl. in Cöslin.
 - Heydrich, Kreis-Baumeister in Lauenburg.
 - Laessig, desgl. in Dramburg.
 - Neitzke, desgl. in Bütow.

16) Bei der Regierung zu Stralsund.

- Hr. v. Dömming, Reg.- und Baurath in Stralsund.
- Khün, Wasser-Bauinspector daselbst.
 - Trübe, Bauinspector daselbst.
 - Westphal, Kreis-Baumeister in Greifswald.
 - N. N. desgl. in Grimmen.

17) Bei der Regierung zu Breslau.

- Hr. Koppin, Reg.- und Baurath in Breslau.
- Pohlmann, desgl. daselbst.
 - Brennhausen, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
 - Elsner, Bauinspector in Glatz.
 - Martins, Baurath, Wasser-Bauinspector in Breslau.
 - Blankenhorn, Bauinspector in Brieg.
 - Versen, Wasser-Bauinspector in Steinau.
 - Rosenow, Bauinspector in Breslau.
 - Fessel, desgl. in Reichenbach.
 - Gaudtner, desgl. in Schweidnitz.
 - Milczewski, desgl. in Breslau.
 - Arnold, Kreis-Baumeister in Neumarkt.
 - v. Rapacki, Wege-Baumeister in Schweidnitz für den Baukreis Freiburg.

- Hr. v. Damitz, Kreis-Baumeister in Glatz, für den Baukreis Habelschwerdt.
- Zölffel, desgl. in Wohlau.
 - Woas, desgl. in Trebnitz.
 - Knorr, Kreis-Baumeister in Strehlen.
 - Hesse, Land-Baumeister in Breslau.
 - Haupt, Kreis-Baumeister in Oels.

18) Bei der Regierung zu Liegnitz.

- Hr. Oeltze, Geh. Regierungsrath in Liegnitz.
- Bergmann, Reg.- und Baurath daselbst.
 - Cords, Baurath in Glogau, für die Wasser-Bauinspektion Neusalz.
 - Simon, Bauinspector daselbst.
 - Hamann, Baurath in Görlitz.
 - Münter, desgl. in Liegnitz.
 - Wolff, Bauinspector daselbst.
 - Müller, desgl. in Hirschberg.
 - Schodstädt, Kreis-Baumeister in Hoyerswerda.
 - Schirmer, desgl. in Goldberg.
 - Werder, desgl. in Sagan.
 - Pohl, desgl. in Löwenberg.
 - Held, desgl. in Bunzlau.
 - Dörnert, desgl. in Landshut.
 - Klindt, desgl. in Grünberg.
 - Wernicke, Land-Baumeister in Liegnitz.
 - Muyschel, Kreis-Baumeister in Lauban.

19) Bei der Regierung zu Oppeln.

- Hr. Arnold, Reg.- und Baurath in Oppeln.
- Herr, Ober-Bauinspector daselbst.
 - Rampoldt, Baurath daselbst.
 - Illing, desgl. in Neisse.
 - Gabriel, desgl. in Gleiwitz.
 - Linke, desgl. in Ratibor.
 - Albrecht, Bauinspector in Oppeln.
 - Sasse, desgl. daselbst.
 - Zickler, Kreis-Baumeister in Cosel.
 - Afsmann, desgl. in Gleiwitz.
 - Hannig, desgl. in Beuthen.
 - Runge, desgl. in Creutzburg.
 - Pollack, desgl. in Lublinitz.
 - Brunner, desgl. in Pleß.

20) Bei der Regierung zu Potsdam.

- Hr. Horn, Reg.- und Baurath in Potsdam, s. oben bei 2).
- Briest, desgl. daselbst, s. oben bei 2).
 - Treplin, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
 - Ziller, Baurath in Potsdam.
 - Becker, Bauinspector in Berlin.
 - v. Rosainsky, desgl. in Perleberg.
 - Gärtner, desgl. in Berlin, für den Baukreis Zossen.
 - Blew, desgl. in Angermünde.
 - Schneider, desgl. in Brandenburg.
 - Zicks, Wasser-Bauinspector in Thiergartenschleuse bei Oranienburg.
 - Gerndt, Bauinspector in Jüterbogk.
 - Stappenbeck, desgl. in Königs-Wusterhausen.
 - Jacobi, desgl. in Potsdam.
 - Kranz, desgl. in Berlin.
 - Kiesling, Wasser-Bauinspector in Havelberg.
 - Herzer, Bauinspector in Prenzlau.
 - Wohlbrück, Wasser-Bauinspector in Grafenbrück.
 - Buttman, Kreis-Baumeister in Treuenbrietzen.
 - Wedecke, desgl. in Pritzwalk, für den Baukreis Kyritz.
 - Elpel, Wasser-Baumeister in Coepenick.
 - Becker, Kreis-Baumeister in Friesack.
 - Vogler, desgl. in Freienwalde.
 - Maafs, desgl. in Gransee.
 - Wilberg, Wasser-Baumeister in Lenzen.

21) Bei der Regierung zu Frankfurt a. O.

- Hr. Philippi, Geh. Regierungsrath in Frankfurt.

- Hr. Flaminius, Reg.- und Baurath in Frankfurt.
- Krause, Baurath in Sorau, für die Bauinspektion Sommerfeld.
 - Henff, Wasser-Bauinspector in Frankfurt.
 - Wintzer, Bauinspector in Cottbus.
 - Michaelis, Bauinspector in Frankfurt (für die Chausseen).
 - Lüdke, desgl. daselbst.
 - Rupprecht, desgl. in Lübben.
 - Beuck, Wasser-Bauinspector in Crossen.
 - Hoffmann, Bauinspector in Friedeberg i. d. N.
 - Schack, desgl. in Landsberg a. W.
 - Bohrdt, Kreis-Baumeister in Züllichau.
 - Cochius, Friedr. Wilh., desgl. in Cüstrin.
 - Ebél, Kreis-Baumeister in Zielenzig.
 - Gersdorf, Gust. Wilh., Wasser-Baumeister in Cüstrin.
 - Treuhaupt, Kreis-Baumeister in Königsberg i. d. N.
 - Peters, Land-Baumeister in Frankfurt.

22) Bei der Regierung zu Magdeburg.

- Hr. Rosenthal, Reg.- und Baurath in Magdeburg.
- Hirschberg, desgl. daselbst.
 - Kaufmann, Baurath in Genthin.
 - Reusing, Bauinspector in Burg.
 - Pelizaeus, desgl. in Halberstadt.
 - Pickel, desgl. in Magdeburg.
 - Rathsam, desgl. daselbst (für die Chausseen).
 - Crüsemann, desgl. in Halberstadt (für die Chausseen).
 - Schäffer, Wasser-Bauinspector in Magdeburg.
 - Pflughaupt, Kreis-Baumeister in Stendal.
 - Detto, desgl. in Genthin.
 - Wagenführ, desgl. in Salzwedel.
 - Treuding, desgl. in Neuhaldensleben.
 - Kozlowsky, Land-Baumeister in Magdeburg.
 - Freund, Kreis-Baumeister in Calbe a. S.
 - Heyn, Wasser-Baumeister in Stendal.
 - Marggraff, Kreis-Baumeister in Oschersleben.
 - Hefs, desgl. in Gardelegen.

23) Bei der Regierung zu Merseburg.

- Hr. Ritter, Geh. Regierungsrath in Merseburg.
- Lüdecke, Reg.- und Baurath daselbst.
 - Dolcius, Baurath in Torgau.
 - Schönwald, Baurath in Naumburg.
 - Nordtmeyer, Bauinspector in Eisleben.
 - Schulze, Ernst Frdr. Mart., desgl. in Artern.
 - Cuno, Wasser-Bauinspector in Torgau.
 - Steinbeck, Bauinspector in Halle.
 - Sommer, desgl. in Zeitz.
 - Deutschmann, desgl. in Wittenberg.
 - Hanke, desgl. in Merseburg.
 - Meyer, desgl. in Liebenwerda.
 - Klaproth, Kreis-Baumeister in Bitterfeld.
 - Wolff, desgl. in Halle.
 - Gericke, desgl. in Delitzsch.
 - Schmieder, desgl. in Sangerhausen.
 - de Rège, desgl. in Weißenfels.
 - Opel, Land-Baumeister in Merseburg.

24) Bei der Regierung zu Erfurt.

- Hr. Drewitz, Reg.- und Baurath in Erfurt, s. oben bei 2).
- Vehsemeyer, Baurath daselbst.
 - Monecke, Bauinspector in Mühlhausen.
 - Lünzner, desgl. in Heiligenstadt.
 - Schulze, desgl. in Nordhausen.
 - Reissert, desgl. in Schleusingen.
 - Pabst, Land-Baumeister und Professor in Erfurt.
 - Wertens, Kreis-Baumeister in Weissensee.
 - Rickert, desgl. in Bleicherode für den Baukreis Worbis.
 - Trainer, desgl. in Ranis.

25) Bei der Regierung zu Münster.

- Hr. v. Briesen, Geh. Regierungsrath in Münster.

- Hr. Plate, Ober-Bauinspector in Münster.
 - Dyckhoff, Bauinspector in St. Mauritz bei Münster.
 - v. Alemann, desgl. in Haltern.
 - Borggreve, desgl. in Hamm.
 - Hauptner, desgl. in Münster.
 - von der Goltz, Kreis-Baumeister in Steinfurt.
 - Held, desgl. in Coesfeld.
 - Pietsch, desgl. in Rheine.

26) Bei der Regierung zu Minden.

- Hr. Wesener, Reg.- und Baurath in Minden.
 - Monjé, desgl. daselbst.
 - Dr. Lunde, Bauinspector in Höxter.
 - Waegener, desgl. in Bielefeld.
 - Jung, desgl. in Minden.
 - Wendt, Kreis-Baumeister in Paderborn.
 - Stahl, desgl. in Minden.
 - Elckner, desgl. in Warburg.
 - Wellmann, desgl. in Büren.

27) Bei der Regierung zu Arnberg.

- Hr. Prange, Geh. Regierungsrath in Arnberg, s. oben bei 2).
 - Buchholtz, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
 - Hassenkamp, Bauinspector in Soest.
 - Büchler, desgl. in Brilon.
 - Dieckmann, desgl. in Hagen.
 - v. Lesser, desgl. in Arnberg.
 - N. N., desgl. in Siegen.
 - v. Hartmann, Kreis-Baumeister in Dortmund.
 - Oppert, desgl. in Iserlohn.
 - Siemens, desgl. in Hamm.
 - Staudinger, desgl. in Berleburg.
 - Uhlmann, desgl. in Erwitte.
 - Westermann, desgl. in Meschede.
 - Heinemann, desgl. in Altena.
 - Haarmann, desgl. in Bochum.
 - Haege, desgl. in Olpe.

28) Bei dem Ober-Präsidium und der Regierung zu Coblenz.

- Hr. Nobiling, Geh. Regierungsrath und Rheinstrom-Bau-Director, in Coblenz.
 - Butzke, Baurath und Rhein-Schiffahrts-Inspector daselbst.
 - Michaelis, Wasser-Baumeister daselbst.

Hr. Junker, Reg.- und Baurath in Coblenz.

- Urich, Bauinspector daselbst.
 - Conradi, desgl. in Creuznach.
 - Hipp, Wasser-Bauinspector in Coblenz.
 - Nell, Kreis-Baumeister in Coblenz, für den Baukreis Neuwied.
 - Kraft, desgl. in Mayen.
 - Bierwirth, desgl. in Altenkirchen.
 - Bormann, desgl. in Wetzlar.
 - Corlin, Wasser-Baumeister in Cochem.
 - Clotten, Kreis-Baumeister in Ahrweiler.
 - Heidmann, Land-Baumeister in Coblenz.
 - Neumann, Kreis-Baumeister in Simmern.

29) Bei der Regierung zu Düsseldorf.

- Hr. Müller, Reg.- und Baurath in Düsseldorf.
 - Krüger, desgl. daselbst.

B) General-Post-Amt.

Beim Telegraphen-Wesen.

- Hr. Borggreve, Reg.- und Baurath in Berlin, technisches Mitglied der Telegraphen-Direction.
 - Elsasser, Telegraphen-Baumeister, technischer Assistent der Telegraphen-Direction daselbst.

C) Verwaltung für Handel und Gewerbe.

1) Bei der technischen Deputation für Gewerbe.

- Hr. Wedding, Geh. Regierungsrath, s. oben bei I. 2).
 - Brix, desgl. desgl.
 - Nottebohm, Geh. Baurath, desgl.
 - Altgelt, Reg.- und Baurath.

2) Bei dem Gewerbe-Institut.

- Hr. Nottebohm, Geh. Ober-Baurath und Director des Instituts.
 - Manger, Bauinspector und Professor.
 - Lohde, Professor.

Hr. Willich, Wasser-Bauinspector in Rees, für die Wasser-Bauinspektion in Wesel.

- Kayser, Wasser-Bauinspector in Ruhrort.
 - Heuse, Bauinspector in Elberfeld.
 - Hild, Wasser-Bauinspector in Düsseldorf.
 - Schrörs, Bauinspector daselbst.
 - Weise, desgl. in Neufs.
 - van den Bruck, Kreis-Baumeister in Weyer bei Solingen.
 - Lange, Friedr. Wilh., desgl. in Crefeld.
 - Laur, desgl. in Lennep.
 - Cuno, desgl. in Xanten, für den Baukreis Geldern.

- Geifslor, desgl. in Cleve.
 - Kind, desgl. in Essen.
 - Spannagel, Land-Baumeister in Düsseldorf.
 - Dresel, Kreis-Baumeister in Wesel.
 - Lange, Franz, desgl. in Gladbach.
 - v. Morstein, desgl. in Düsseldorf.

30) Bei der Regierung zu Cöln.

- Hr. Gottgetreu, Reg.- und Baurath in Cöln.
 - Schopen, Bauinspector daselbst.
 - Dieckhoff, Bauinspector in Bonn.
 - Wagenführ, Wasser-Bauinspector in Cöln.
 - Werner, Kreis-Baumeister in Bonn, für den Baukreis Euskirchen.
 - Sepp, desgl. in Deutz.
 - Küster, desgl. in Gummersbach.
 - Krokisius, desgl. in Cöln.
 - N. N., Land-Baumeister daselbst.
 - Brandenburg, Kreis-Baumeister in Siegburg.

31) Bei der Regierung zu Trier.

- Hr. Hoff, Geh. Regierungsrath in Trier.
 - Giese, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
 - Seyffarth, Bauinspector in Saarbrücken.
 - Dallmer, desgl. in Uerzig bei Wittlich.
 - Giersberg, desgl. in Trier.
 - Fischer, Joh. Lorenz, Kreis-Baumeister in St. Wendel.
 - Bergius, desgl. in Trier, für den Baukreis Bitburg.
 - Ritter, desgl. daselbst.
 - Müller, desgl. in Prüm.
 - Köppe, desgl. in Saarburg.

32) Bei der Regierung zu Aachen.

- Hr. Krafft, Reg.- und Baurath in Aachen.
 - Blankenhorn, Bauinspector in Malmedy.
 - Bäseler, desgl. in Heinsberg.
 - Cremer, Robert, desgl. in Aachen.
 - Castenholz, Kreis-Baumeister in Eupen.
 - Lüddemann, desgl. in Schleiden.
 - Kruse, Land-Baumeister in Aachen.
 - Warsow, Kreis-Baumeister in Düren.

33) Bei der Regierung zu Sigmaringen.

- Hr. Keller, Baurath, Ober-Bauinspector in Sigmaringen.
 - Zobel, Kreis-Baumeister in Hechingen, Titular-Bauinspector.

34) Beurlaubt sind:

- Hr. Stein, Geh. Regierungsrath in Stettin, zum Bau der Stralsunder Eisenbahn.
 - Wallbaum, Reg.- und Baurath.

D) Verwaltung für Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen.

Hr. Redtel, Geh. Ober-Berggrath in Berlin, s. oben bei I. 2).

- Schönfelder, Ober-Berggrath, in Berlin.
- Dieck, Bauinspector im Ober-Berg-Amts-Districte Bonn, in Saarbrücken.
- Flügel, desgl. für einen Theil des Ober-Berg-Amts-Districts Halle, in Schönebeck bei Magdeburg.
- Schwarz, Bauinspector im Ober-Berg-Amts-District Dortmund, in Dortmund.

Hr. Treuding, Bauinspector für einen Theil des Ober-Berg-Amts-Districts Breslau, zu Königshütte.

- Oesterreich, Baumeister, für einen Theil des Ober-Berg-Amts-Districts Halle, in Dürrenberg.
- N. N., desgl., für die Hütten- und Bergwerke in Oberschlesien, zugleich für die Bergwerksstrafen, in Tarnowitz.
- v. Viebahn, desgl., für einen Theil des Berg-Amts-Bezirks Saarbrücken daselbst.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden:

1) Beim Hofstaate Sr. Majestät des Königs, beim Hofmarschall-Amte, beim Ministerium des Königlichen Hauses u. s. w.

Hr. Stüler, Geh. Ober-Baurath und Director der Schlofs-Baucommission, Hof-Architekt Sr. Majestät des Königs, in Berlin, siehe oben bei I. 1).

- | | |
|--|---|
| Hesse, Ober-Hof-Baurath, in Berlin. | } Baumeister für die Königlichen Schlofs- u. Garten-Gebäude |
| - Strack, Hof-Baurath u. Professor in Berlin, s. oben bei I. 2). | |
| - v. Arnim, Hof-Baurath und Professor in Potsdam. | |
| - Häberlin, Hof-Baurath in Potsdam. | |

Hr. Gottgetreu, Hof-Baurath in Potsdam, bei der Königl. Garten-Intendantur.

Hr. Pasewaldt, Hofkammer- und Baurath in Berlin, bei der Hofkammer der Königl. Familiengüter.

- Stappenbeck, Bauinspector in Königs-Wusterhausen, bei derselben, s. oben bei I. 21).

Hr. Langhans, Ober-Baurath, Architekt des Opernhauses, bei der General-Intendantur der Königl. Schauspiele.

2) Beim Finanz-Ministerium.

Hr. Eytelwein, Geh. Ober-Finanzrath in Berlin, s. o. bei I. 2).

- Heithaus, Kreis-Baumeister, Ober-Geometer in Danzig.
- Heinrich, desgl. desgl. in Königsberg.

3) Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten, und im Ressort desselben.

Hr. v. Quast, Geh. Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin, siehe oben bei I. 2).

Hr. Kreye, Bau- u. Haus-Inspector des Königl. Museums, in Berlin.

4) Im Ressort des Ministeriums des Innern.

Hr. Scabell, Brand-Director in Berlin, Rath 4ter Klasse.

- N. N., Brand-Inspector daselbst.

5) Im Ressort des Justiz-Ministeriums.

(vacat) Land-Baumeister in Berlin.

6) Beim Kriegs-Ministerium und im Ressort desselben.

Hr. Fleischinger, Geh. Ober-Baurath in Berlin, s. o. bei I. 2).

- Bölke, Baurath, Inhaber der ersten Baubeamten-Stelle für das Garnison-Bauwesen in Berlin und Charlottenburg, in Berlin.

- Paasch, Land-Baumeister in Berlin.

- Zober, desgl. daselbst.

- Böckler, desgl., f. d. Garnison-Bauwesen in Potsdam.

- Becker, desgl., Inhaber der 2ten Baubeamten-Stelle für die Militair-Bauten in Berlin.

- Maertens, desgl. in Cöln.

7) Im Ressort des Ministeriums für landwirthschaftliche Angelegenheiten.

Hr. Wurffbain, Reg- und Baurath in Erfurt.

- Röder, Wasser-Bauinspector in Berlin. } Landes-Meliorations-Bauinspectoren.

- Michaelis, desgl. in Münster.

- Wiebe, desgl. in Königsberg i. Pr.

- Klehmet, Wasser-Baumeister in Zossen.

- Schulemann, desgl. in Bromberg, Inhaber der Landes-Meliorations-Bauinspector-Stelle daselbst.

8) Im Ressort der Admiralität.

Hr. Pfeffer, Geh. Admiralitäts-Rath in Berlin, s. o. bei I. 2).

- Göcker, Hafen-Bau-Director.

Aufsätze, zusammengestellt aus den von dem verstorbenen Geh. Regierungsrath Henz während seiner Reise in Nord-Amerika im Jahre 1859 gesammelten Notizen.

7) Der Ueberbau der amerikanischen Brücken und Viaducte.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 34 bis 39 im Atlas.)

Die gute Beschaffenheit und der geringe Preis des Holzes in Amerika gaben Veranlassung zur besonderen Ausbildung der Holz-Constructionen, welche noch gegenwärtig überwiegend zur Anwendung kommen. Eiserne Brücken haben erst in neuerer Zeit mehr Aufnahme gefunden und werden namentlich bei den gut verwalteten und rentirenden Bahnen den verfallenden hölzernen substituiert; doch beschränkt man sich dabei auf geringe Spannweiten. Eisen-Constructionen von Bedeutung sieht man nur in Canada, wo die englischen Ingenieure das Röhrensystem eingeführt haben. Dagegen haben

sich in den Vereinigten Staaten die Hängebrücken des Mr. Röbling trotz oder vielleicht auch wegen der Anfeindung von Seiten der englischen Ingenieure, hauptsächlich aber wohl wegen ihrer Billigkeit und ihres eleganten Ansehens Eingang verschafft, und es wird ihrer allgemeinen Verbreitung durch die Lokalverhältnisse vielfach Vorschub geleistet. Gewölbte Brücken und Viaducte sind höchst selten und unter denselben nur zwei Bauwerke der Erwähnung werth. Der Viaduct auf der Zweigbahn nach Washington, von Latrobe entworfen und in Granit ausgeführt, überschreitet das Thal des Patapsco mit

acht elliptischen Bögen von 58 Fufs Spannweite, bei 66 Fufs Höhe der Schienen über dem mittleren Wasserstande. Der Starucca-Viaduct auf der New York- und Erie-Bahn, von Kirkwood erbaut, hat 18 Bögen von 50 Fufs Spannweite, eine Höhe von 110 Fufs über der Thalsohle, und trägt zwei Geleise. Er wurde in 12 Monaten ausgeführt und hat 320000 Dollars gekostet.

A. Die hölzernen Brücken.

Man verwendet hauptsächlich das Holz der gelben Kiefer (yellow pine), welche in den südlichen Staaten überall angetroffen wird, eine Höhe von 100 bis 150 Fufs erreicht, auf $\frac{2}{3}$ der Höhe noch 3 bis 4 Fufs Durchmesser hat und frei von Aesten ist. Das Holz ist dicht, mälsig harzig und hat, wenn es im Wadel gefällt und gut behandelt ist, in Brücken-Constructionen eine Dauer von 15 bis 20 Jahren.

Auch die weifse Kiefer (white pine), deren Stamm oft 6 Fufs Durchmesser bei 100 Fufs Höhe erreicht, wird angewendet, doch ist dieselbe nicht so allgemein wie die erst genannte.

Zu den Verbindungen der Stöße, zu Keilen und anderen, namentlich stärkerem Druck ausgesetzten Theilen benutzt man das Holz der weifsen Eiche, das jedoch nur in den nördlichen Waldungen eine gröfsere Festigkeit besitzt.

Bei den grofsen Dimensionen, welche man aus solchen Stämmen gewinnen kann, werden Oeffnungen von 15 bis 20 Fufs Weite häufig mit einfachen Balken überdeckt; zuweilen werden unter jeder Schiene auch zwei Balken neben einander gelegt und die Querverbindung einfach durch die aufgekämmten Querschwellen hergestellt. Auf der im Bau begriffenen Burlington & Missouri-Bahn wurde bei Oeffnungen von 20 Fufs Weite für Brücken und Viaducte das auf Blatt 34 Fig. 1 bis 3 angedeutete System angewendet. Unter jeder Schiene liegen drei Balken von 16 Zoll Höhe und 6 Zoll Breite in 8 Zoll Entfernung neben einander, welche an den Enden mit zwischengelegten Hölzern verschraubt sind. Die aufgekämmten Querschwellen halten die Träger in der gehörigen Entfernung von einander und vertheilen die Belastung möglichst gleichmäfsig. Diese Anordnung besitzt eine grofse Seitensteifigkeit. Bei mehreren Oeffnungen dienen die zwischengelegten Hölzer zugleich als Kuppelung der Tragbalken, wie dies aus der Zeichnung eines hölzernen Viaductes (trefsle-work) derselben Bahn (Fig. 1 und 2) ersichtlich ist. Die Tragbalken stofsen über jedem Binder stumpf zusammen; die Kuppelungshölzer haben eine Länge von 10 Fufs, eine Höhe von 18 Zoll und sind auf die oberen Querschwellen der Binder aufgekämmt. In den Verschraubungen sind gufseiserne Scheiben (Fig. 3) zwischen gelegt, welche beim Anziehen der Schrauben mit ihren scharfen Rändern in die Hölzer gedrückt werden und dadurch ein Verschieben derselben verhindern.

Bei Oeffnungen bis zu 60 Fufs Spannweite wendet man Spreng- oder Hängewerks-Systeme an. Eins der ersteren Art (Blatt 34 Fig. 4, 5, 6) von 36 Fufs Spannweite ist mehrfach auf der Philadelphia & Reading-Bahn ausgeführt. Jede Schiene ruht mit gufseisernen Stühlen auf einem Balken von 15 Zoll Höhe und 10 Zoll Breite; zur Seite desselben liegen zwei 16 Fufs lange Hölzer, gegen welche sich die Streben stützen. Diese sind zur Erhöhung der Seitensteifigkeit auch in ihrer horizontalen Projection geneigt und stehen mit ihren unteren Enden in gufseisernen Schuhen, welche in Querhölzer eingelassen sind. Letztere ruhen entweder auf dem Mauerwerk der Pfeiler oder sind mit Schraubenbolzen an die mittleren Tragbalken angehängt. Die Querverbindung beider Träger ist durch schmiedeeiserne Flachstäbe gebildet, welche auf die Schienenstühle genietet sind.

Zeitschr. f. Bauwesen. Jahrg. XII.

Ein sehr leichtes Hängewerk von 64 Fufs Spannweite ist auf Blatt 34 Fig. 7 und 8 dargestellt. Es ist ein Theil der über den Passaic führenden Brücke der New Jersey-Bahn. Die Tragwände sind doppelt und aus Hölzern von 10 Zoll Breite und 12 Zoll Höhe hergestellt; die Streben stützen sich mit ihren Enden in gufseisernen Schuhen. Statt der Hängesäulen sind je 4 Hängebolzen von 2 Zoll Durchmesser angebracht, welche die unter den Langhölzern liegenden Querbalken umschliessen. Zur Unterstützung der letzteren dient noch ein System von Spannstangen. Die Langschwellen unter den Schienen liegen 16 Fufs frei, man hat daher zwei von 18 Zoll Höhe und 10 Zoll Breite neben einander gelegt.

Für Oeffnungen von 50 Fufs Spannweite bedient man sich jedoch in der Regel schon der aus Gurtungen und Streben zusammengesetzten Träger. Das System Howe ist das einfachste und findet bis zu 150 Fufs Spannweite die allgemeinste Anwendung. Dasselbe besteht bekanntlich aus parallelen Gurtungen, schrägliegenden Haupt- und Gegenstreben und verticalen Spannbolzen. Man giebt den Trägern gewöhnlich $\frac{1}{7}$ der Spannweite zur Höhe und den Feldern eine Breite gleich der halben Höhe, so dafs 13 bis 15 Felder auf die Oeffnung kommen. Die Gurtungen bestehen stets aus mehreren neben einander liegenden Hölzern. Für die obere auf rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommene Gurtung werden meist weniger, aber stärkere Hölzer verwendet, als für die untere absolut angestrengte, auch macht man häufig den Querschnitt der oberen Gurtung schwächer als den der unteren. Der Querschnitt jeder einzelnen ist in ihrer ganzen Länge constant, eine Verstärkung in der Mitte wird nicht gegeben; dagegen erhält die untere Gurtung über den Auflagern stets Sattelhölzer. Die Hölzer liegen niemals dicht neben einander, sondern in Abständen bis zu $1\frac{1}{2}$ Zoll und sind vielfach verdübelt und verbolzt. In der oberen Gurtung stofsen die Hölzer stumpf zusammen, ohne besonders verbunden zu sein. Die Stofsverbindungen in der unteren Gurtung haben gewöhnlich die auf Blatt 35 Fig. 4 skizirte Form, und man nimmt dazu die festesten Hölzer. Trotzdem erleidet der Querschnitt eine Schwächung, und es ist häufig ein Zerreißen dieser den Stößen unmittelbar unterworfenen Gurtung die Folge davon gewesen. Man bedient sich daher jetzt vielfach eiserner Stofsverbindungen und Dübel (Blatt 35 Fig. 5).

Die Hauptstreben sind immer doppelt und umfassen die einfachen Gegenstreben, mit denen sie in den Kreuzungen verbolzt sind. Die Querschnitts-Dimensionen der ersteren nehmen von der Mitte nach den Enden hin aus statischen Gründen zu, während die der letzteren constant bleiben. Die Streben stützen sich mit ihren Enden gegen Blöcke, welche bei kleineren Constructionen von hartem Holz, bei gröfseren von Gufseisen sind und in diesem Fall auch wohl die Form von Schuhen haben. Ueber den Auflagern sind verticale Pfosten zwischen die Gurtungen eingesetzt.

Die Hängestangen oder Spannbolzen, welche absolut angestrengt werden, gehen zwischen den Hölzern der Gurtungen und durch die Stützblöcke hindurch und sind an beiden Enden mit Schrauben versehen, deren Muttern auf Unterlagsplatten wirken. Die Stärke der Spannbolzen nimmt ebenfalls von der Mitte nach den Enden hin zu.

Man giebt den Trägern gewöhnlich eine kleine Sprengung, was durch entsprechendes Anziehen der Spannbolzen leicht zu erreichen ist.

Die Gegenstreben haben den Zweck, dem Träger eine gröfsere Steifigkeit zu geben, namentlich aber die von bewegten Lasten herrührenden Vibrationen aufzuheben oder zu vermindern. Da sie jedoch in den Diagonalen der Felder lie

gen, welche bei einer Belastung der Brücke sich verlängern, so kann dieser Zweck nur dadurch erreicht werden, daß man sie unter einem gewissen Druck einsetzt, der so groß ist, daß eine Belastung der Brücke niemals eine vollständige Entlastung der Gegenstreben erzeugt. Man belastet daher die Brücke vor Einführung der Gegenstreben mit einer größeren als der zu erwartenden Maximallast und, während diese eine ihr entsprechende Biegung erzeugt, werden die Gegenstreben genau auf Länge bearbeitet eingesetzt. Nach Entfernung der Last bleiben alle Constructionstheile in Spannung; diese wird durch jede kleinere Last in den Gurtungen, Hauptstreben und Spannstrangen noch vergrößert, während die Gegenstreben einen Theil ihrer Pressung verlieren.

Es leuchtet ein, daß auf diese Weise alle Constructionstheile gleichmäßig zur Wirksamkeit herangezogen werden können, eine große Steifigkeit erlangt wird und die das Material so schnell zerstörenden Vibrationen wesentlich vermindert werden.

Zwischen den Gurtungen der beiden Träger einer Brücke sind Horizontal-Verstrebungen eingespannt. Dieselben bestehen gewöhnlich aus sich kreuzenden und in der Mitte überschneidenden Hölzern, die mit ihren Enden sich gegen hölzerne Blöcke stemmen und durch Bolzen verspannt werden.

Die Querträger sind einfache Balken, die mit ihren Enden auf die Gurtungen geschraubt sind; sie erhalten bei Eisenbahnbrücken große Querschnitts-Dimensionen und werden ziemlich nahe zusammengelegt. Auf ihnen liegen Langschwelen und auf diesen erst die Querswellen, welche die Schienen tragen. Bei größeren Brücken, deren Tragwände eine hinreichende Höhe für den Durchgang der Züge haben, liegen die Querträger auf den unteren Gurtungen, bei kleineren Brücken dagegen und bei genügender Höhe über dem Wasser stets auf den oberen.

Als Beispiel mögen hier die Dimensionen einer neueren nach diesem System ausgeführten Brücke Platz finden. Die Brücke bei Rock Island im Staate Illinois überschreitet einen nicht schiffbaren Arm des Mississippi mit drei Oeffnungen von 150 Fufs lichter Weite. Die beiden Mittelpfeiler haben in den Auflagern eine Breite von 5 Fufs, eine Länge von 35 Fufs und über dem aus Felsen bestehenden Flußbett eine Höhe von 25 Fufs. Jeder Träger hat 14 Felder von 10 Fufs 9 Zoll Breite und zwischen den Gurtungen eine Höhe von 19 Fufs. Die untere Gurtung besteht aus 4 Hölzern von 6 Zoll und 6½ Zoll Breite und 13 Zoll Höhe und hat nach Abzug der ½ Zoll tiefen Einschnitte für die Dübel einen nützen Querschnitt von 286 Quadrat Zoll; die obere besteht aus drei 10 Zoll hohen Hölzern, von denen das mittlere eine Breite von 14, jedes der beiden äußeren von 6 Zoll hat, so daß der nütze Querschnitt 240 Quadrat Zoll beträgt. Beide Gurtungen haben mit den Zwischenräumen eine Gesamtbreite von 29 Zoll. Die doppelten Hauptstreben sind 10 Zoll breit und variiren in der Stärke von den Enden nach der Mitte zu von 9 bis 7 Zoll; sämtliche Gegenstreben haben eine Breite von 9 Zoll und eine Dicke von 8 Zoll. Es sind überall drei Spannstrangen vorhanden, welche an den Enden 2, in der Mitte 1½ Zoll Durchmesser haben.

Auf zweigeleisigen Bahnen sind gewöhnlich zwei unabhängige Brücken neben einander aufgestellt, seltener findet man drei verbundene Träger. Liegt in diesem Falle die Bahn oberhalb, so sind Gurtungen und Streben des mittleren Trägers stärker gehalten, als die der beiden äußeren; liegt die Bahn zwischen den Tragwänden, so hat man der mittleren mit Beibehaltung der Querschnitts-Dimensionen eine größere Höhe gegeben und dieselbe zur Anbringung eines Daches benutzt.

Auf der Hudson River-Bahn haben die zweigeleisigen Brücken bei 150 Fufs Spannweite nur 2 Tragwände (Blatt 34 Fig. 9, 10). Auf diese ist ein Hängewerk aufgesetzt und daran mittelst Eisenstrangen ein unter der Mitte der langen Querträger durchgehender Unterzug aufgehängt.

Das System Long, welches dem Howe'schen voranging, ist von diesem gänzlich verdrängt. Long war der Erste, welcher die Gegenstreben zur Versteifung der Träger einführt und ihnen durch untergetriebene Keile die gehörige Pressung gab. Statt der Spannstrangen waren jedoch verticale hölzerne Pfosten angebracht.

Das Gitterbrücken-System (System Town), früher bei Straßenbrücken vielfach angewendet und in der ersten Zeit der Eisenbahnen auch auf diese übertragen, kommt gegenwärtig gar nicht mehr zur Anwendung. Die größte Gitterbrücke ist die der Richmond & Petersburg-Bahn über den James-Fluß bei Richmond. Sie wurde in den Jahren 1837 und 1838 von dem Ingenieur Robinson erbaut, hat 19 Oeffnungen von 130 bis 153 Fufs Spannweite und eine Gesamtlänge von 2900 Fufs. Die Pfeiler haben eine mittlere Höhe von 40 Fufs, in den Auflagern eine Breite von 4 und eine Länge von 18 Fufs; sie stehen auf dem felsigen Bett des Flusses, der hier von einer Granitbank durchschnitten wird und eine große Anzahl kleiner Cataracte bildet. Die Tragwände (Blatt 34 Fig. 11, 12) sind doppelte Gitterträger, aus Bohlen von 3 Zoll Dicke und 12 Zoll Breite zusammengesetzt. Die Maschen, deren drei über einander liegen, haben 5 Fufs Höhe und 4 Fufs Länge. Es sind zwei untere Gurtungen vorhanden, deren Abstand eine halbe Maschenhöhe, also 2½ Fufs beträgt. Die einfachen Kreuzungen sind durch zwei, die Kreuzungen mit den Gurtungen durch vier Bolzen verschraubt. Beide Tragwände sind in Entfernungen von 16 Fufs durch verticale Querverstrebungen verbunden, und ebenso sind zwischen die Gurtungen Horizontal-Verstrebungen eingelegt. Die Querträger ruhen auf den oberen Gurtungen und tragen Lang- und Querswellen. Die Construction hatte sich mit der Zeit stark gesenkt, und man war genöthigt, durch Einführung eines Sprengwerks zwischen die Gurtungen ihr wieder eine horizontale Lage zu geben. Diese Brücke, welche nicht mehr als 120000 Dollars gekostet haben soll, steht schon länger als 20 Jahre, ohne daß die Hölzer wesentlich gelitten haben. Sie ist durch ein Dach geschützt, auf dem Wasserkübel aufgestellt sind, und an den Seiten mit Bretterwänden bekleidet.

Bei Ueberbrückungen von Spannweiten über 150 Fufs findet man die mannigfaltigsten Combinationen von zwei und mehreren Systemen. Hier soll nur der Verbindung des Bogens mit dem steifen Rahmen Erwähnung geschehen, welche noch jetzt, namentlich auch bei den Hängebrücken, in der Ausbildung begriffen ist.

Für Straßenbrücken hatte sich das System Burr bewährt und über die ganze Union verbreitet. Auf Blatt 34 Fig. 13 bis 16 ist die nach diesem System ausgeführte Brücke über den Lehigh bei Mauch Chunk mit zwei Oeffnungen von 144 Fufs Spannweite dargestellt. Jede Tragwand besteht aus einem an und für sich steifen Rahmen, der mit einem hölzernen Bogen unveränderlich verbunden ist, welcher sich gegen das Mauerwerk der Pfeiler stützt. Der Rahmen soll dem Bogen eine größere Steifigkeit geben und die Wirkung einer Belastung auf eine größere Länge derselben vertheilen, so daß hiernach der Bogen das eigentlich tragende Constructionsglied ist. Der Rahmen hat 18 Felder von 8 Fufs Weite und eine Höhe von 15 Fufs. Die einfachen Pfosten werden von den aus zwei Hölzern bestehenden Gurtungen umschlossen und haben oben und unten Verstärkungen, gegen welche sich

die Streben setzen. Zum Anspannen der letzteren dienen Keile, welche hinter den Pfosten durch die Gurtungen gehen. Die Bogenhölzer sind 12 Zoll hoch und 5 Zoll breit, in den Stößen (Fig. 15) überblattet und durch Keile gespannt. Beide Tragwände sind in der unteren Gurtung durch die Querträger verbunden, auf welche der Belag genagelt ist. Auf die oberen Gurtungen sind Querhölzer aufgekämmt, zwischen welche eine Horizontal-Verstrebung (Fig. 16) gespannt ist. Diese Querhölzer sind mit den Pfosten durch Kopfbänder verbunden und tragen mittelst kleiner Stiele ein Dach.

Auch bei Eisenbahnen ist diese Construction vielfach theils in der angegebenen einfachen Weise, theils modificirt zur Anwendung gekommen. Man hat mehrere Bögen zur Seite des Rahmens über einander angebracht, auch zwei Rahmen und drei neben einander liegende Bögen in einer Wand verbunden u. s. w., doch haben die Vibrationen, deren Wirkung durch keine Gegenstreben gemildert wurde, häufig zur Zerstörung des Bogens geführt, der gewöhnlich zu schwach war, um für sich allein die ganze Belastung tragen zu können. Man ging bei diesen Combinationen von der nicht zutreffenden Ansicht aus, daß beide Systeme sich gegenseitig unterstützen und jedes nach seiner Widerstandsfähigkeit in Anspruch genommen würde, construirte daher jedes einzelne für sich zu schwach, und so kam es, daß das steifere, welches allein zum Tragen kommt, gewöhnlich zerstört wurde. Diesen Mangel suchte man dadurch zu beseitigen, daß man Rahmen und Bogen in einer Weise verband, welche eine beliebige Vertheilung der Last auf diese Constructionstheile möglich machen sollte.

Das System Brown (Blatt 34 Fig. 17, 18), welches zuerst auf der New York & Erie-Bahn und bis zu 250 Fufs Spannweite zur Ausführung gelangte, hat einen aus mehreren über einander liegenden und verschraubten Hölzern zusammengesetzten Bogen, dessen Enden sich mittelst gußeiserner Schuhe gegen eine starke, ebenfalls aus mehreren Lagen bestehende untere Gurtung stemmen. Oberhalb des Bogens liegt die viel schwächere obere Gurtung. Bogen und Gurtungen liegen in einer Ebene und zu beiden Seiten derselben die mit den Gurtungen verbolzten Pfosten und Hauptstreben. Die Pfosten lehnen sich mit ihren Enden gegen Keile, welche horizontal durch die Gurtungen gehen. Zur Absteifung des Rahmens gegen den Bogen dienen die einfachen Gegenstreben, welche durch Keile angetrieben werden können.

Bei dieser Anordnung ist man in den Stand gesetzt, durch Lösen der Keile unter, und durch Antreiben der Keile über dem Bogen den Rahmen zu heben und so die Last vollständig auf den Bogen zu übertragen; ebenso kann man durch die entgegengesetzte Operation und durch das Lösen der Keile hinter den Pfosten die Last oder einen Theil derselben auf den Rahmen bringen. Wegen der Zusammendrückbarkeit der vielen Zwischentheile ist jedoch eine solche Regulirung nicht von langer Dauer. Sie muß öfter wiederholt werden, und dies, sowie das Vorhandensein so vieler losen Theile, welche durch die Erschütterungen entweder gelöst oder zerdrückt werden, macht eine fortwährende Bewachung nothwendig. Bei mehreren dieser Brücken wurde die untere Gurtung durch den Schub des Bogens zerrissen.

Eine andere regulirbare Verbindung des Bogens mit dem Rahmen, die noch jetzt nicht selten zur Ausführung kommt, ist der sogenannte „verbesserte Howe'sche Träger“. Dieser besteht in einem vollständig für sich abgeschlossenen Howe'schen Träger, der mittelst Hängestangen an einen doppelten zu seinen Seiten liegenden Bogen angehängt ist.

Beim Aufstellen dieser Construction hat man, um beide Theile zu gleichmäßiger Leistung zu bringen, vor dem An-

hängen des Rahmens an den Bogen den ersteren vollständig auszurüsten, so daß er die aus seinem Eigengewicht entspringende Biegung annehmen kann, und dann die Hängestangen allmählig anzuziehen, bis eine Hebung des Rahmens sich bemerkbar macht. Wegen der Formveränderung, welcher die Hölzer unterliegen, ist diese Regulirung von Zeit zu Zeit zu wiederholen, doch bleibt dieselbe wegen der verschiedenen Längenveränderungen, welche die ungleich langen Hängestangen bei einer Temperaturveränderung erleiden, immer unsicher.

Nach diesem System sind die Träger der großen Mississippi-Brücke bei Davenport im Staate Jowa construirte. Diese Brücke, deren Gesamtlänge 1581 Fufs beträgt, hat fünf Oeffnungen von 250 Fufs und zwei von 116 Fufs lichter Weite. Die ersteren, von denen drei dem westlichen und zwei dem östlichen Ufer zugekehrt liegen, sind mit den eben beschriebenen Trägern überbrückt, die beiden kleineren, dazwischen liegenden Oeffnungen mit einer drehbaren Construction.

Von den Strompfeilern haben drei eine obere Breite von 7 Fufs, die beiden als Auflager für die Enden der drehbaren Construction dienenden eine Breite von 10 Fufs und der Pfeiler, welcher diese Construction in der Mitte unterstützt, einen Durchmesser von 40 Fufs. Die Höhe der Pfeiler, welche auf dem Felsen des Strombettes gegründet und mit einer Böschung von $\frac{3}{4}$ Zoll pro Fufs Höhe aufgeführt sind, beträgt im Mittel 38 Fufs. Die Pfeiler haben in den Auflagern eine Länge von 35 Fufs und stark vorspringende, als Eisbrecher dienende Vorköpfe.

Die Gurtungen des Howe'schen Trägers (Blatt 35 Fig. 1 bis 5) bestehen aus vier Hölzern und haben einschließlic der Zwischenräume, auf welche 4 Zoll kommen, eine Breite von 34 Zoll; die obere ist 12 Zoll, die untere 15 Zoll hoch, erstere ist in den mittleren sechs, die untere in den mittleren vier Feldern und an den Enden durch Sattelhölzer verstärkt. Die Entfernung der Gurtungen von einander beträgt 21 Fufs und die Breite der Felder, deren 21 zwischen den Auflagern vorhanden sind, $11\frac{1}{2}$ Fufs. Die Stöße in der oberen Gurtung sind stumpf und nicht verbunden, die in der unteren in Fig. 4 dargestellt. Die Hauptstreben haben an den Enden einen Querschnitt von 12 und 12 Zoll, in der Mitte von 9 und 12 Zoll, die Gegenstreben sind durchweg 10 Zoll breit und 9 Zoll stark. Die Streben sind in den Kreuzungen mit einander verbolz und stemmen sich mit den Enden gegen gußeiserne Blöcke, durch welche die dreifachen Spannstrangen hindurchgehen. Diese haben an den Enden $2\frac{1}{2}$ Zoll, in der Mitte $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser.

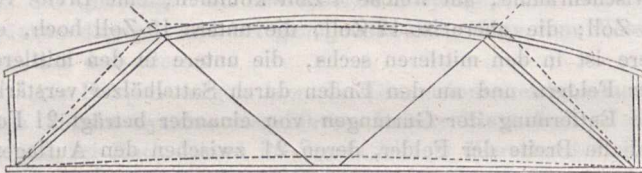
Die Bögen, welche zu beiden Seiten eines Rahmens liegen, sind aus 5 Hölzern von 6 Zoll Dicke und 10 Zoll Breite gebildet. Die Hölzer werden durch kleine zwischengelegte Platten in $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung von einander gehalten und sind alle 3 Fufs durch schwache Bolzen zusammengeschrubt. Ihre Stöße sind stumpf und nicht gedeckt. Die Bögen sind durch Querhölzer verbunden, und an diese ist mittelst Bolzen von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser die untere Gurtung des Rahmens angehängt oder an den Enden mittelst Druckschrauben darauf abgestützt.

Die Entfernung der beiden Tragwände beträgt von Mitte zu Mitte 20 Fufs, so daß zwischen den Bögen ein freier Raum von $15\frac{1}{2}$ Fufs Breite bleibt. Zwischen beiden Gurtungen, so wie zwischen den unteren Enden der Bögen sind Horizontal-Verstrebungen eingespannt. Die Fahrbahn besteht aus Querträgern von 14 Zoll Höhe und 8 Zoll Breite, auf diesen liegen unter jeder Schiene zwei Langschwellen von 5 Zoll Breite und 12 Zoll Höhe, und darauf sind die Querschwellen eingekämmt. Da, wo die Bögen die untere Gurtung kreuzen, ru-

hen die Querträger auf Langhölzern, welche an die benachbarten Querträger mit Schraubenbolzen angehängt sind.

Die Bögen stützen sich gegen die Endpfeiler in gusseisernen Platten, welche im Mauerwerk liegen; die gegen die Mittelpfeiler laufenden Enden sind jedoch mit Backenstücken versehen, hinter denen Keile liegen. Das Antreiben dieser Keile in der dem drehbaren Theil nach Westen hin zunächst liegenden Oeffnung hat ein bedeutendes Weichen (im Auflager beinahe 2 Fufs) und eine Zerstörung des zu schwachen und mangelhaft gemauerten Pfeilers, so wie ein Zerreißen der einen unteren Gurtung herbeigeführt. Den Pfeiler hatte man durch zwei Howe'sche Träger gegen den sehr starken Pfeiler, welcher als Mittelaullager für die Drehbrücke dient, abgesteift, und dadurch diesen an und für sich schon nicht passirbaren Durchlaß ganz gesperrt. Man war beschäftigt, den beschädigten Pfeiler nach der westlichen Seite um 4 Fufs, nach der östlichen um 5 Fufs stärker zu machen. Die zerrissene Gurtung wurde einstweilen durch Ketten zusammengehalten und die Brücke nach wie vor benutzt, doch gebrauchte man die Vorsicht, die Züge zu schieben.

In dem System Mc. Callum (inflexible arched trufs) sind die Mängel vermieden, welche den eben angeführten Systemen anhaften. Die obere Gurtung ist ein Bogen, der so kräftig construirt ist, daß er allein die Belastung tragen kann. Derselbe stützt sich mittelst starker Streben gegen das Mauerwerk der Pfeiler, wodurch die Gefahr eines Zerreißen der unteren Gurtung durch den Schub des Bogens beseitigt wird. Letztere ist mittelst Bolzen an die oberen Enden der Bogenstreben angehängt. Bei einer Belastung des Bogens wird, wie



vorstehende Skizze zeigt, der Pfeil derselben verkleinert, seine Enden werden nach außen gedrückt, dadurch die oberen Enden der Streben und mit ihnen die untere Gurtung gehoben. Auf diese Weise ist schon eine bedeutende Steifigkeit erreicht, welche durch das Strebensystem noch vermehrt wird. Beide Gurtungen sind durch doppelte Pfosten, denen eine radiale Stellung gegeben ist, durch doppelte Haupt- und einfache Gegenstreben verbunden. Die unteren Enden der letzteren stützen sich gegen Bügel, welche an den Pfosten hängen und beliebig verlängert und verkürzt werden können. Vor dem Reguliren der Gegenstreben wird die Brücke ausgerüstet, der Einwirkung einer Maximalbelastung ausgesetzt, und unter dieser werden die Bügel angezogen. Nach Entfernung der Last bleiben alle Theile der Construction in Spannung, und diese wird beim Aufbringen einer andern Last nur in den Gegenstreben vermindert.

Nach diesem System, welches nachträgliche Regulirungen und eine besondere Ueberwachung nicht verlangt, werden jetzt die meisten größeren Brücken ausgeführt. Die Brücke über den Delaware auf der New York & Erie-Bahn, Blatt 35 Fig. 6 bis 12, hat zwei Oeffnungen von 260 Fufs lichter Weite. Die obere Gurtung besteht aus vier Hölzern, von denen drei neben einander, das vierte unter dem mittlern liegt; gegen letzteres stützen sich drei Bogenstreben, deren Füße in einem gemeinschaftlichen gusseisernen Schuh stecken, welcher von der unteren Gurtung umfaßt wird und sich gegen den Pfeiler stemmt. Von den oberen Enden dieser Streben gehen die Tragstangen nach der unteren Gurtung, welche aus

vier neben einander liegenden Hölzern besteht. Die Höhe der Wände zwischen den Gurtungen beträgt in der Mitte 25 Fufs, an den Enden 19 Fufs. Die Pfosten werden von den Gurtungshölzern umfaßt und sind mit ihnen überschritten, die Hauptstreben greifen mit Versatzungen in die Pfosten ein. Fig. 12 zeigt einen der Bügel, gegen welche sich die Gegenstreben stützen, und seine Befestigung an den Pfosten. Die Spurweite der Bahn beträgt 6 Fufs, die Entfernung der beiden Tragwände zwischen den Pfosten 16 Fufs. Ueber den oberen, so wie zwischen den unteren Gurtungen sind Horizontal-Verstreben angebracht.

Belastungsversuche mit der Brücke über den Susquehanna bei Lanesborough, welche eine Spannweite von 190 Fufs hat, zeigen die große Steifigkeit dieser Construction.

Eine Locomotive mit Tender von 82800 Pfund Gesamtgewicht erzeugte eine Durchbiegung in der Mitte von 0,156 Zoll, 2 Maschinen und Tender von 190700 Pfd. desgl. von 0,456 - 3 - - - - - 281400 - - - - - 0,732 - 4 - - - - - 374410 - - - - - 0,732 -

Daß unter der letzten Belastung die Biegung nicht zugenommen, erklärt sich aus dem Umstande, daß bei dieser Construction eine Belastung der Enden eine Hebung der Mitte erzeugt.

Reine Bogenbrücken von Holz existiren nur wenige in den Vereinigten Staaten; unter diesen ist jedoch die schon an mehreren Orten mitgetheilte Cascade-Brücke auf der New York & Erie-Bahn sowohl ihrer kühnen Verhältnisse als auch ihrer soliden Ausführung wegen bemerkenswerth. Diese Brücke wurde in den Jahren 1848 und 1849 erbaut und liegt in einer Steigung von 1:60. Es gingen bis jetzt täglich die schwersten Züge mit zwei auch drei Locomotiven darüber hinweg, ohne daß die Brücke bemerkbar gelitten hätte.

Ueberhaupt ist die technische Ausführung der hölzernen Brücken durchweg eine sorgfältige, sogar musterhafte zu nennen. Das Holz wird stets mit einem Anstrich von weißer Oelfarbe (Zinkweiß) versehen, und dieser öfters erneuert. Die meisten Brücken sind mit Bretterwänden bekleidet und überdeckt; auf den größeren sind immer eine große Anzahl mit Wasser gefüllter Eimer aufgestellt.

Die vielen hölzernen Viaducte (tressle-works), denen man auf den amerikanischen Bahnen überall da begegnet, wo bei uns lange und hohe Dämme aufgeschüttet sind, verdanken ihre Existenz ebenfalls dem geringen Preise des Holzes und dem hohen Preise der Menschenkräfte, zuweilen auch, wie in dem sumpfigen Boden der Urwälder, dem gänzlichen Mangel an Erdmaterial. Sie haben zuweilen Längen von mehreren Meilen und, wo die Bahn über tiefe Schluchten geführt ist, bedeutende Höhen. Die Holzverbände sind sehr einfach, wie der auf Blatt 34 (Fig. 1 bis 3) dargestellte Viaduct von zwei Etagen und einer Gesamthöhe von 30 Fufs zeigt.

Das größte Bauwerk dieser Art ist der Viaduct über den Genesee-Fluß bei Portage auf der Buffalo & New York City-Bahn, von Seymour erbaut. Die Holz-Construction hat 15 Oeffnungen, deren Weite von Mitte bis Mitte der Pfeiler 50 Fufs beträgt, und eine Oeffnung, durch die ein Canal geführt ist, von 54 Fufs Weite, also im Ganzen eine Länge von 804 Fufs. Die im Flußbett stehenden Pfeiler haben einen Unterbau von Sandstein, in der Basis 75 Fufs lang und 15 Fufs breit; sie sind 30 Fufs hoch und tragen die in fünf Etagen aufgeführten hölzernen Pfeiler von 190 Fufs Höhe. Diese bestehen unten aus 21 Stielen von 14 × 14 Zoll und oben aus 12 Stielen von 12 × 12 Zoll Querschnitt. Auf den Pfeilern ruhen drei Howe'sche Träger von 14 Fufs Höhe, und auf diesen liegt ein einfaches Geleise von 6 Fufs Spurweite, dessen Höhe über dem

Flussbett 234 Fufs beträgt. Die Maurerarbeiten begannen am 1. Juli 1851, und schon am 14. August 1852, also nach 13½ Monaten, ging die erste Locomotive darüber. Die Kosten haben 175000 Dollars betragen.

B. Die eisernen Brücken.

Wie schon erwähnt, hat man für gröfsere Verhältnisse feste Eisen-Constructionen noch nicht zur Anwendung gebracht; dieselben erreichen auf Eisenbahnen höchstens Spannweiten von 150 Fufs. Für kleinere Strafsenbrücken ist Eisen das gewöhnliche Material, und es werden solche darin ungemein leicht hergestellt. Aus ökonomischen Gründen verwendet man zu den rückwirkend widerstehenden Constructionstheilen in der Regel Gufseisen, welches bei seiner außerordentlichen Güte keinen Anlafs zu Befürchtungen giebt. Die vorherrschenden Systeme sollen hier an einigen Beispielen erläutert werden.

Blatt 36 zeigt in den Fig. 1 bis 7 eine Strafsenbrücke nach dem System Howe, welche über einen Canal in der Lehigh Avenue in Philadelphia führt. Sie hat eine Spannweite von 100 Fufs, zwei Fahrwege von 19 Fufs und zwei Fußwege von 9 Fufs lichter Weite. Drei gleiche Träger von 7½ Fufs Höhe liegen in 20 Fufs Entfernung von Mitte zu Mitte neben einander. Die obere Gurtung ist von Gufseisen, in Längen von drei Feldern stumpf gestofsen und verschraubt. Die untere besteht aus vier Flachstäben von 4 Zoll und $\frac{1}{2}$ Zoll, welche in ihren versetzten Stößen durch einseitige Laschen gedeckt sind. Die Träger sind in 20 Felder von 5 Fufs 1½ Zoll Länge getheilt; Haupt- und Gegenstreben sind von Schmiedeeisen und haben den kreuzförmigen Querschnitt Fig. 7. Sie stützen sich mit ihren oberen Enden gegen Ansätze der oberen Gurtung, mit den unteren gegen besondere gufseiserne Blöcke. Die Spannstangen sind paarweis angebracht und haben in allen Feldern einen Durchmesser von 1½ Zoll. Zwischen den unteren Gurtungen ist ein leichtes Horizontalgitter eingespannt. Die Bahnen ruhen auf hölzernen Querträgern, welche auf den unteren Gurtungen liegen und über diese hinausgehen, um die Fußwege zu tragen.

Kleinere Brücken nach diesem System haben gewöhnlich gufseiserne Streben, theils von kreuz-, theils von ringförmigem Querschnitt.

Das System Rider hat parallele Gurtungen, verticale Pfosten und diagonale Zugbänder, von denen die eine Hälfte als Haupt-, die andere als Gegen-Zugbänder in ähnlicher Weise, wenn auch in absoluter Beziehung, zur Wirksamkeit kommen, wie die Streben bei dem Howe'schen System.

Ein Beispiel dieses Systems ist Blatt 36 Fig. 8 und 9 gegeben und stellt eine Wegeüberführung von 57 Fufs Spannweite über die New Jersey-Bahn in der Stadt Bergen dar. Drei vollständig gleiche Träger von 7 Fufs Höhe liegen in Entfernungen von 9 Fufs neben einander; jeder ist der Länge nach in 13 Felder von 4 Fufs 7½ Zoll Breite getheilt. Die Stöße der oberen Gurtung liegen zwischen den Pfosten und sind durch kurze gebogene Platten von Schmiedeeisen gedeckt; die untere Gurtung besteht aus zwei Flachstäben von $4 \times \frac{1}{2}$ Zoll Querschnitt. Die diagonalen Zugbänder haben an den unteren Enden Oesen, an den oberen Schrauben, mit denen sie gespannt werden können. Oberhalb der unteren und unterhalb der oberen Gurtung liegt eine Horizontal-Verstrebung aus quer laufenden gufseisernen Streifen von kreuzförmigem Querschnitt und diagonal gehenden Spannbolzen bestehend. Zur Aufnahme dieser Balken und Bolzen sind die Enden der Pfosten mit entsprechenden Ansätzen versehen. Eine verticale Querverstrebung ist nicht vorhanden.

Dieses System hat vor allen anderen bei Eisenbahnen

Anwendung gefunden. Eine solche ist Blatt 36 Fig. 10 bis 12 gegeben. Diese Brücke hat drei Oeffnungen von 60 Fufs Spannweite und schließt sich an eine hölzerne nach dem Howe'schen System construirte der Morris & Essex-Bahn über den Passaic bei Newark an. Sie liegt im Inundationsgebiet dieses Flusses, und es sind daher die gufseisernen Säulen nur stumpf auf untergelegte Granitquadern gestellt. Die Ueberbrückung trägt zwei Geleise und hat deshalb drei Träger, welche in Entfernungen von 12 Fufs neben einander liegen und sich ohne Unterbrechung über die drei Oeffnungen erstrecken. Die Träger sind an sich ganz gleich und auch die Dimensionen in den Theilen des einzelnen sind nicht nach den verschiedenen Widerständen modificirt; nur den über den Auflagern stehenden Pfosten ist eine gröfsere Stärke gegeben worden. Die Zugstangen haben einen Querschnitt von $2\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$ Zoll und an beiden Enden Oesen; es wird ihnen durch Keile Spannung gegeben, welche zwischen Pfosten und obere Gurtung eingelegt sind. Zur Verbindung der drei Träger untereinander dienen sowohl zwei Horizontalgitter, als auch verticale Kreuzverstrebungen. Die Fahrbahn besteht aus Querschwellen von 6 Zoll Breite und 12 Zoll Höhe, welche in Entfernungen von 3 Fufs auf den oberen Gurtungen liegen. Die Schienen sind unmittelbar auf Langschwellen genagelt, welche auf die Querträger aufgekämmt sind.

Bei dem System Whipple ist die obere Gurtung gebogen und besteht aus mehreren geraden Theilen, deren Endpunkte in einer Parabel liegen. Die über den Auflagern liegenden Endpunkte werden durch die untere Gurtung verbunden. Zwischen beiden Gurtungen ist ein System von verticalen Pfosten und diagonalen Spannbolzen angebracht. Dies System ist wegen seiner Leichtigkeit hauptsächlich in Strafsenbrücken vertreten. Eine solche über den Erie-Canal bei Buffalo mit einer Spannweite von 72 Fufs ist auf Blatt 37 Fig. 1 bis 7 dargestellt. Die obere Gurtung mit dem in Fig. 4 angegebenen Querschnitt nimmt ohne Vergrößerung desselben nach den Enden an Breite zu, wodurch der Träger seine seitliche Stabilität erhält. Die Stöße sind entweder stumpf und werden nur von den durchgehenden Schrauben der verticalen Pfosten zusammengehalten, oder es greifen auch zuweilen die Enden mit angegossenen Nasen in einander. An den unteren Enden der Pfosten, die hier aus einfachen Rundeisenstangen von 1¾ Zoll Durchmesser bestehen, hängen Gufskörper von der in Fig. 6 dargestellten Form. Die untere Gurtung, welche in allen ihren Theilen eine gleichmäfsige Spannung erleidet, besteht in länglichen, aus Rundeisen zusammengeschweißten Schlingen, welche die ovalen Zapfen der Gufskörper umfassen und sich an die Enden der oberen Gurtung in der Fig. 5 dargestellten Weise anschließen. Die diagonalen Spannbolzen haben an ihren unteren, durch die Gufskörper gehenden Enden Schrauben, mittelst deren sie nach Bedürfnifs angespannt werden können. Da bei den Schlingen der unteren Gurtung eine Regulirung der Länge nicht möglich ist und diese sich *a priori* nicht genau herstellen läfst, so wird ein Theil der Schlingen die ganze Spannung ertragen, während der andere unthätig ist. Diese Brücke hat nur eine Fahrbahn und zwei Fußwege; die beiden Träger liegen mit ihren Mitlen 18 Fufs 4 Zoll von einander entfernt. Die hölzernen Querträger, welche entweder aus zwei Stücken bestehen oder für die Pfosten durchbohrt sein müssen, ruhen auf den Gufsstücken. Zwischen ihnen sind Längenträger mittelst schmiedeeiserner Bügel (Fig. 7) aufgehängt und darauf der Bohlenbelag genagelt.

Eine andere Brücke der Art, welche bei Albany über den Erie-Canal geht, ist auf Blatt 37 Fig. 8 bis 12 dargestellt. Sie

hat eine Spannweite von 80 Fufs und trägt zwei Fahrbahnen und zwei Fufswege. Die drei Träger liegen in 15 Fufs Entfernung von einander; ihre oberen Gurtungen sind aus gußeisernen Röhren von 6 Zoll Durchmesser (Fig. 10) gebildet, welche sich mit ihren Enden in Muffen einsetzen. Durch diese gehen die schmiedeeisernen Pfosten, welche durch ihre gespreizte Form dem Träger zugleich die nöthige seitliche Stabilität geben. Die unteren Enden der Pfosten umfassen die Querträger, welche aus Flachstäben von 8 Zoll Breite und $\frac{3}{4}$ Zoll Dicke bestehen. Die untere Gurtung enthält zwei Rundstäbe von $1\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser, welche an die Querträger (Fig. 11) aufgehängt sind und durch Schraubenschlösser gespannt werden können. Die Diagonalbolzen gehen durch die Querträger und kreuzen sich in Doppelringen (Fig. 12). Zwischen den Gurtungen sind mittelst Bügel in der oben ange deuteten Weise Langschwellen aufgehängt und darauf der Bohlenbelag befestigt. Ein leichtes Horizontalgitter aus Rundstäben ist zwischen die Querträger eingespannt und seine Stäbe in die Langhölzer etwas eingeschnitten. Die Fufswegträger, aus Flacheisen von $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke bestehend, sind einfach seitwärts an die Querträger angeschraubt.

Das System Whipple für Eisenbahnen ist auf Blatt 38 Fig. 1 bis 4 an einer Brücke der Vermont & Canada-Bahn von 146 Fufs Spannweite dargestellt. Die parabolische Form der oberen Gurtung ist aufgegeben, um hier eine horizontale Quer Verbindung herstellen zu können, und dadurch dies System dem Rider'schen analog geworden, von dem es sich nur noch durch die eigenthümlichen Formen der Constructionstheile und ihrer Verbindungen unterscheidet. Die obere Gurtung ist aus gußeisernen Röhren von gleicher Stärke zusammengesetzt, die über den verticalen Pfosten stossen und hier durch Bolzen zusammengehalten werden, an welchen sich zugleich die diagonalen Spannstangen anschließen. Die Pfosten sind hohle gußeiserne Säulen, welche durch vier schmiedeeiserne Spann stangen gegen das Ausbiegen gesteuft werden. Sie sind in der Mitte für den Durchgang der diagonalen Spannstangen durchbrochen. Diese sind paarweis angebracht und gehen durch die Füße der Pfosten, wo sie durch Schrauben angespannt werden können. Die Hauptspannstangen nehmen von der Mitte nach den Enden an Stärke zu, die Gegenspannstangen, welche sich nur über die mittleren sechs Felder erstrecken, haben gleiche Stärken. Beide kreuzen sich unter rechten Winkeln. Die untere Gurtung ist, wie bei den parabolischen Trägern, aus Schlingen zusammengesetzt, die jedoch hier nach der Mitte hin an Stärke zunehmen und sich an die Füße der schräg stehenden Endpfosten mit einfachen Schrauben anschließen. Die hölzernen Querträger sind durch Schraubenbolzen an die Füße der verticalen Pfosten angehängt.

Die ungeweine Leichtigkeit, durch welche sich diese Brücken auszeichnen, erregt selbst bei den amerikanischen Ingenieuren Bedenken, und das Eisenbahn-Commissariat des Staates New York hat sich veranlaßt gesehen, eine derartige Brücke, welche die Northern Albany-Bahn bei West Troy über den Erie-Canal führt, einer näheren Prüfung in Bezug auf ihre Tragfähigkeit zu unterwerfen. Diese Brücke hat eine Spannweite von 149,8 Fufs, die Träger sind zwischen den Mit ten der Gurtungen 21,4 Fufs hoch und $15\frac{1}{4}$ Fufs von einander entfernt. Die Rohre der oberen Gurtungen haben $8\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und $\frac{5}{8}$ Zoll Dicke im Eisen, mithin einen Gesamtquerschnitt von 30,92 Quadratzoll. Die schrägen Endpfosten haben an ihrem Ende 9 Zoll, in der Mitte 13 Zoll Durchmesser, die mittleren Pfosten beziehlich $5\frac{1}{2}$ und $7\frac{1}{2}$ Zoll und nach Abzug der Durchbrechungen einen Querschnitt von 8 Quadratzoll. Die Schlingen der unteren Gurtung haben in

der Mitte $2\frac{3}{8}$ Zoll Durchmesser, also 35,44 Quadratzoll Querschnitt; dieser nimmt bis auf 14,13 Quadratzoll ab und beträgt in den einfachen, $1\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser haltenden Schrauben an den Enden nur 9,62 Quadratzoll.

Eine Belastung der Construction von 5000 Pfund pro laufenden Fufs einschließlic des Eigengewichts giebt eine Pressung in der Mitte der oberen Gurtung von 642000 Pfund oder pro Quadratzoll 20700 Pfund, eine Belastung, die nach Hodgkinson bei Röhren von 10,7 Fufs Länge und dem angegebenen Durchmesser dem dritten Theil des Bruchgewichts entspricht und nur bei ruhenden Lasten noch zulässig erscheint. Die untere Gurtung erleidet in der Mitte eine Spannung von 642000 Pfund, oder pro Quadratzoll 18000 Pfund, wobei zu berücksichtigen ist, daß das Eisen in den Schlingen wegen der Schweißungen an Widerstandsfähigkeit verloren hat. Die diagonalen Spann stangen, deren Durchmesser von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{3}{8}$ Zoll variiren, sind ebenfalls bis zu 17300 Pfund pro Quadratzoll gespannt. Es ist mithin der Träger unter jener Belastung in allen seinen Theilen bis nahe zur Elasticitätsgrenze angestrengt.

An dieses System schließt sich unmittelbar das von Bollman an und bildet den Uebergang zu den Hängebrücken. Von demselben liefert die Baltimore-Ohio-Bahn viele Beispiele, und die schon mehrfach mitgetheilte Brücke über den Potomac bei Harpers Ferry (Blatt 38 Fig. 5 bis 8), welche eine Spannweite von 124 Fufs hat, ist das größte nach diesem System ausgeführte Bauwerk.

Die Brückenbahn ist in mehreren Punkten durch paarweis angebrachte Spann stangen an die Auflager angehängt und diese durch gußeiserne Rohre gegen einander abgestützt. Zur Unterstützung der Rohre dienen gußeiserne Pfosten, die in jedem Aufhängepunkt der Bahn stehen. Zwischen den einzelnen Pfosten sind noch diagonale Spann stangen angebracht, welche den Zweck haben, bei dem Zerreißen einer Hauptspannstange den Aufhängepunkt zu halten. Das horizontale gußeiserne Rohr ist über jedem Pfosten gestossen, die einzelnen Theile greifen mit rundlich abgedrehten Zapfen in einander, so daß eine Biegung des Rohres nicht sogleich einen Bruch herbeiführen kann. Bei der großen Länge der Spann stangen, welche durch Oesen an den Pfosten unterstützt werden, ist eine genauere Regulirung ihrer Spannung gar nicht ausführbar, so wie die Berechnung ihrer Widerstandsfähigkeit eine ganz unsichere. Die hölzernen, durch Spannbolzen versteiften Querträger ruhen mit ihren Enden in gußeisernen Schuhen und sind noch untereinander, so wie gegen die Pfeiler abgestützt. Oberhalb der Querträger und zwischen den oberen Rohren sind Horizontal-Verstrebungen eingespannt.

Hier mag noch der gußeisernen Viaducte der Baltimore-Ohio-Bahn Erwähnung geschehen, da sich dieselben sowohl durch kühne Verhältnisse, als auch durch merkwürdige Formen ihrer Einzelheiten auszeichnen. Sie sind vom Ingenieur A. Fink entworfen. Der längste derselben, der Trayrun-Viaduct, von dem Blatt 39 einen Querschnitt, einen Theil der Seitenansicht und mehrere Anschlüsse giebt, hat einen in Bruchstein ausgeführten und mit den nöthigen Durchlässen versehenen Unterbau von 100 Fufs Höhe über der Thalsohle. Auf diesem steht die Eisen-Construction, welche bis zur Oberkante der Schienen eine Höhe von 52 Fufs hat.

Der Viaduct liegt in einer Steigung von 1:50 und im Beginn einer Curve von 800 Fufs Radius. Seine ganze Länge beträgt 445 Fufs; von dieser gehören 234 Fufs der Geraden, die übrigen der Curve an.

Die äußerst langen und schwachen Säulen sind theils einfach, theils in den Köpfen gekuppelt (Fig. 4); sie stehen zu

dreien in gußeisernen Schuhen, an welchen jedoch die mittlere gleich angegossen ist. Diese Schuhe (Fig. 3), welche auf besonderen Unterlagsplatten liegen, sind in ihren Mitten 26 Fufs von einander entfernt und durch gußeiserne Röhren verbunden. Die Säulen sind ungefähr in der Mitte der Höhe gestofsen und mit einander verschraubt, und es schliessen sich an diese Stöße gußeiserne Balken an, welche hier mit Hilfe eines Horizontalgitters einen guten Längen- und Querverband herstellen. Die Köpfe der Säulen (Fig. 4) haben kurze Zapfen, und auf diese setzen sich die aus einem Stück gegossenen bogenförmigen Querträger von 28 Fufs Länge auf, welche nach der Längenrichtung durch ebenfalls bogenförmige Zwi-

schenträger verbunden sind. Der Schub der bogenförmigen Querträger wird durch paarweis angebrachte horizontale Spann- stangen aufgehoben, und zur Herstellung der Seitenstabilität sind diagonale Spann- stangen eingezogen.

Die Querträger sind 13 Fufs von einander entfernt und deshalb unter jede Schiene doppelte Langschwelen von 15 Zoll Höhe und 6 Zoll Breite gelegt. Diese Viaducte liegen in der Gebirgsstrecke der Bahn, welche seit dem Jahre 1852 in Betrieb ist, und es gehen täglich die schwersten Maschinen und Züge, wenn auch mit mäfsiger Geschwindigkeit, darüber. Sie zeigen eine grofse Stabilität und gewähren mit ihren schlanken Verhältnissen einen höchst imposanten Anblick.

(Schluß folgt.)

Anderweitige architektonische Mittheilungen.

Auszug aus einem Reisebericht des Prof. L. Lohde.

— In Marburg verließ ich die Eisenbahn, um die Elisabethkirche zu besichtigen, die gerade in der Restauration begriffen und ihrer Vollendung nahe war. Es giebt sehr wenige Architekturen des Mittelalters, die so wie die Elisabethkirche in Marburg in einem Zuge gebaut, so wie sie aus einem Gusse sind; und welch' schöne und edle Verhältnisse, welch' reizende Details, ihr ganzer Styl wie jungfräulich keusch! Der Meister, der dieses Juwel deutscher Baukunst erschuf, gehört zu den ersten aller Zeiten. — Aber nicht allein das Ganze der Kirche ist aus einem Gusse, sondern auch die kirchliche Ausstattung: der Hochaltar, die trennende Zwischenwand zwischen Schiff und Chor, das Grab der heiligen Elisabeth mit seinem Tabernakel gehört derselben Zeit und wahrscheinlich auch demselben Baumeister an, der der Schöpfer des Kirchenbaues war. Durch die jetzt wieder hergestellte Polychromie ihres Innern wird sie nach dieser Seite hin für uns besonders wichtig; diese Polychromie beschränkt sich aber bei der Architektur der Kirche allein auf die Färbung der Rippen und Gurte des Gewölbes und eine Bemalung der Kappen desselben im Chore mit einem Rankenzuge von Blättern und Blumen; dagegen sind Hochaltar, Trennungswand zwischen Chor und Schiff und Tabernakel über dem Grabe der heiligen Elisabeth durchweg bemalt und vergoldet, so dafs nirgend die natürliche Farbe des Bausteins als mitwirkend bei ihrer Decoration erscheint. Ueberall waren diese Färbungen unmittelbar und ohne eine vorherige Grundirung mit einer anderen Farbe auf den rothen Sandstein aufgebracht, aus dem die Kirche und ihre genannten Requisiten gebaut sind; diese Färbungen sind niemals übertüncht gewesen, ältere Uebermalungen sind auf chemischem Wege beseitigt worden. Bei der jetzigen Restauration, die Professor Lange aus Marburg zu leiten hatte, hat man die alte Färbung wieder hergestellt, bei den eigentlichen Wandbildern aber allein die schadhafte Stellen ausgebessert, womit Maler Nöhning aus Lübeck betraut war, dessen Discretion bei diesem Geschäfte selber zu beobachten ich Gelegenheit hatte. Dadurch eben, dafs die alte Färbung hier eine fast intacte war, wird die Marburger St. Elisabethkirche für mittelalterliche Polychromie der Architektur sehr wichtig. — Die im südlichen Querschiff aufgestellten Grabmäler aus der herrschenden Familie der Landgrafen von Hessen gehören zu den vorzüglichsten Sculpturen des XIII. und XIV. Jahrhunderts. Auch an ihnen sind

noch vielfache Spuren von Polychromie bemerklich, die zur Zeit meines Besuches noch nicht wieder hergestellt waren.

— In Schwarzrheindorf bei Bonn wendete ich meine Aufmerksamkeit der dortigen Doppel-Kirche und den in ihr — der Unter-Kirche — noch ziemlich gut erhaltenen, neuerlichst wieder aufgedeckten alten Wandbildern zu, die aus der Zeit der Errichtung des Baues, aus der zweiten Hälfte des XII. Jahrhunderts herrühren müssen. — In der Pfarrkirche zu Siegburg, einem Bau des Uebergangsstyles aus dem Ende des XII. oder aus dem Anfange des XIII. Jahrhunderts mit später erneuten Kreuzgewölben ihrer Decke schmücken mehrere (7) Reliquiarien in Tumbenform spätromanischen Styles den Altar; einige davon sind sehr bedeutende und geschmackvolle Werke der deutschen Goldschmiedekunst des XII. und XIII. Jahrhunderts, die in den „Mittelalterlichen Kunstdenkmälern des Preussischen Rheinlandes von Professor E. aus'm Weerth“ publicirt werden sollen.

— In Merzig betrachtete ich zunächst die dortige interessante romanische Kirche, die im Innern die Formen des Uebergangsstyls zeigt. — Abtei Mettlach bewahrt in seinem Parke von fast idealer Schönheit eine höchst malerische und architektonisch interessante Ruine: das Mittelschiff eines von einer Kuppel überdeckten Oktogons aus romanischer Zeit, dessen Arkadenöffnungen später vermauert und mit gothischen Spitzbogenfenstern — deren Maafswerk die beste Zeit seines Styls zeigt — ausgesetzt wurden. Man könnte hier an ein Baptisterium denken, wenn die Klöster das Recht der Taufe gehabt hätten, oder an eine Grabkirche; da aber sonst keine Reste einer Klosterkirche sich zeigen, so scheint jenes Oktogon die alte Kirche des Klosters gewesen zu sein. — Das im Barockstyl des vorigen Jahrhunderts erbaute Klostergebäude nimmt heute eine vielbeschäftigte Porzellan- und Thonwaarenfabrik ein. In der auf einer kleinen Anhöhe hübsch gelegenen neueren Kirche des Orts wird eine recht geschmackvolle Goldschmiedearbeit des XIII. Jahrhunderts mit vielen Gravuren in Silber (Heiligenfiguren, die ein lateinisches Kreuz umgeben) aufbewahrt. — Von Saarbürg aus wurde das 3 Meilen davon entfernte Dorf Nennig aufgesucht, um den daselbst vor einigen Jahren entdeckten römischen Mosaikfußboden zu besichtigen. Derselbe zeichnet sich durch trefflichste Erhaltung aus; er bildet ein Rechteck von 33 Fufs Breite und 50 Fufs Länge und zeigt in verschiedenen acht-

eckigen Feldern Kämpfe von Thieren untereinander, oder von Thieren mit Menschen — Kämpfe des Circus — oder von Menschen mit Menschen. Besonders interessant werden diese figürlichen Darstellungen dadurch, daß in einem dieser Tableaux, in dem Musicirende erscheinen, unverkennbar eine Orgel dargestellt ist. Dieser Mosaikboden, der seinen Ornamenten nach in eine vorconstantinische Zeit zu setzen ist, gehört zu den bedeutendsten, die überhaupt aufgefunden worden sind. Er muß einer besonders reich ausgestatteten römischen Villa angehört haben, von der außer einer Wasserleitung weiter keine Reste aufgedeckt worden sind. Herr Domcapitular von Wilmowsky in Trier, der sorgsame Hüter und Erforscher aller alten Kunstdenkmäler des Trierschen Landes, hat unter seiner Leitung diesen Mosaikfußboden ausgraben lassen. Auf seinen Antrag hat König Friedrich Wilhelm IV. die Mittel zur Erhaltung jenes kostbaren Fundes gewährt: ein von massiven Wänden getragenes Ziegeldach schützt jetzt jenen Mosaikfußboden vor den Einwirkungen der Witterung.

Von dem Nennig gegenüber liegenden luxemburgischen Städtchen Remig aus setzte ich meinen Weg auf einem gemieteten Nachen die Mosel hinab bis Grevenmachern fort, um von dort auf dem Landwege nach Echternach zu gelangen. Die dortige alte Abteikirche St. Willibrord, ein Bauwerk aus dem Anfange des elften Jahrhunderts — sie wurde 1034 geweiht — reizte zu einem Besuche. Diese für die Baugeschichte wichtige Kirche scheint schon lange dem Gottesdienst entzogen zu sein: die Brennöfen einer Porzellanfabrik haben in ihr ihre Stelle gefunden; die Dächer scheinen schlecht unterhalten worden zu sein; die Gewölbe haben starke Risse bekommen und sind in dem gerade geschlossenen Chore mit der östlichen Giebelwand bereits eingestürzt. Die Abteikirche St. Willibrord ist eine dreischiffige Basilika mit Querschiff, die Arkaden des Mittelschiffs werden abwechselnd von viereckigen Pfeilern und Säulen getragen: erstere haben Kämpfer, die aus Platte mit Eierstab und Perlschnur darunter gebildet werden, letztere, die Säulen, haben korinthische Capitelle von sehr antikem Schnitt, in denen Akanthusblätter mit einer Art gewellter Schilfblätter hier und da abwechseln. Kämpfer wie Capitelle haben ein so akademisches Aussehen, daß sie im vorigen Jahrhundert gearbeitet sein könnten, wenn sie es nicht im elften wären; nur die Basen der Pfeiler und Säulen weichen erheblich von der attischen ab und scheinen aus einer Reminiscenz der sogenannten korinthischen Säulenbasis hervorgegangen zu sein. Die Kreuzgewölbe des Mittelschiffs mit spätromanischen Quergurten und Diagonalrippen sind im Jahre 1244 eingespant; die Kreuzgewölbe der Seitenschiffe haben scharfe Grate und können vielleicht die ursprünglichen sein, während das Mittelschiff ursprünglich mit einer hölzernen Decke zu denken ist. Das Außere hat plumpe romanische Formen mit Ausnahme des Querschiffs und Chors, das namentlich ein recht graziöses antikisirendes Kranzgesims auf Consolen zeigt. Unter dem Chor dehnt sich eine niedrige Krypte aus, deren Tonnengewölbe von starken viereckigen Pfeilern ohne alles architektonische Detail getragen werden, und noch einem älteren Bau, als dem jetzt vorhandenen, angehören sollen. — In der der St. Willibrordskirche benachbarten auf einer Anhöhe gelegenen St. Peterskirche wird das Grab des heiligen Willibrord — eine manierirte, schlechte Arbeit des vorigen Jahrhunderts — gezeigt, so wie unter Glas das härene Gewand dieses irischen Missionars des VII. Jahrhunderts. —

Von Echternach war mein nächstes Reiseziel Trier, das die reichste archäologische Ausbeute gab; ist es doch nächst Cöln für Deutschland das wichtigste und reichste Bau-Lokal, so wie die Baugeschichte seines Domes ein Unicum ist, die nur

an Ort und Stelle und an der Hand eines so einsichtigen Führers, wie der Domcapitular, Herr v. Wilmowsky, begriffen werden kann. Man kann dreist behaupten, daß kein Bau, weder des klassischen Alterthums noch des Mittelalters so gründlich durchforscht worden ist wie der Dom zu Trier durch den genannten Domherrn: amtliche Stellung und die Gelegenheit eines durchgreifenden Reparaturbaues des Domes waren dabei höchst förderlich. Jeder Besucher des Domes kann jetzt im Innern desselben an den von Mörtelabputz frei gelassenen Stellen die älteren Bögen des Baues von den jüngeren unterscheiden. Jene waren nach den vier Säulen des ältesten quadratischen Raumes des Domes hinübergespannt, von denen einige zugleich mit der umstürzenden Säule, fallen mußten; jeder Besucher des Domes kann sich jetzt durch ein Loch, das in jedem der vier Pfeiler des ältesten Theils des Domes eingehauen ist, durch Fühlen mit der Hand davon vergewissern, daß in dreien dieser Pfeiler wirklich Säulenschäfte stecken, in dem vierten, dem südöstlichsten aber nicht. Dies wäre also der Pfeiler, den Erzbischof Poppo im Jahre 1029 bei Gelegenheit seines Restaurationsbaues, wie ausdrücklich berichtet wird, an die Stelle der zerbrochenen und umgestürzten Säule setzte und damit den Restaurationsbau des Domes begann. Aber auch schon die Structur der nach diesem Pfeiler sich spannenden Halbkreisbögen hätte uns die Stelle der gefallenen Säule angeben müssen, denn in diesen Bögen wechseln Sandstein mit Backsteinfliesen ab, auch sind diese Bögen nicht schichtweise über einander gewölbt und jeder solcher Bogen mit einer flachen Backsteinlage bedeckt, wie es die älteren Bögen sind, die allein aus Backsteinen bestehen. Aber was kein Besucher des Domes jetzt mehr sehen kann, das ist aus den sorgfältigen und geschickten Zeichnungen des Herrn v. Wilmowsky noch zu erkennen, der das ganze Quadrat des ältesten Baues in seinem ganzen Umfange aufgraben ließ, und schichtweise, was er vorgefunden, vermessen und verzeichnet hat. Er kam zunächst unter dem jetzigen Fußboden des Domes auf den des Poppo'schen Baues, sodann auf den, den die Umwandlung des ursprünglichen Profanbaues in eine christliche Kirche hervorgerufen hatte. Der über die Seitenschiffe erhöhte Boden der beiden östlichen Travéen des Mittelschiffs, der als der des Chors zu nehmen ist, läßt durch seine bedeutende Ausdehnung auf eine große Anzahl von Geistlichen schließen, die hier den Gottesdienst celebrierten. Unter diesem Kirchenboden kam Herr v. Wilmowsky auf den antiken der römischen Profanbasilika; er war von Backsteinfliesen hergestellt, die auf kleinen Backsteinpfeilern — aus mehreren Backsteinen über einander gebildet — lagen und durch die unter dem Fußboden streichende Luft einen trockenen Fußboden herstellten. Von einer Feuerung zum Erwärmen dieses schwebenden Fußbodens war keine Spur aufzufinden, also an ein Hypokaustum ist hier nicht zu denken. Denselben schwebenden Fußboden zeigten an der Nord- und Südseite sich anschließende Räume, die durch mehrere Thüren mit dem großen quadratischen Raume in Verbindung standen. An der Nordseite des Domes, wo die Umfassungswände desselben durch einen davor gelegten Graben bis auf den römischen Boden freigelegt sind, lassen sich diese später vermauerten Oeffnungen deutlich erkennen. Diese mehr langgestreckten denn tiefen Nebenräume der Profanbasilika konnten vielleicht zu Berathungszimmern der Richter und zu Versammlungen der Parteien und Zeugen gedient haben. Auf diesem römischen Fußboden im Innern der Kirche nun lagen zahlreiche Reste granitner Säulenschäfte und marmorner korinthischer Säulencapitelle, alle nach einer Richtung und zwar von Südost nach Nordwest hingestreckt, so daß sie an eine Zerstörung des Gebäudes nicht durch Menschen-

hand sondern durch ein Erdbeben denken lassen. Die jetzt im Garten des Kreuzgangs am Dom aufgeschichteten Trümmer granitner Säulenschäfte rühren von der Wilmowsky'schen Ausgrabung her, und zeigen denselben Granit des Odenwaldes, wie jener vor der Westfront des Domes gelegene Säulentrumm, der im Munde des Volks „Teufelsstein“ heißt. Jene Ausgrabung ist aber noch 3 Fufs tiefer als der römische Fußboden der Profanbasilika gedungen und hier auf die Grundmauern römischer Privatgebäude gestofsen, deren Grundrisse nach der Aussage des Herrn v. Wilmowsky (Zeichnungen davon sind mir unbekannt) denen Pompeji's ähnlich gewesen sein sollen. Reste von Wandstück, die von den Mauern jener römischen Privatgebäude Trier's abgelöst sind und in dem jetzigen Museum des Doms — in einigen, an den Kreuzgang stoßenden Räumen aufbewahrt werden, zeigen nach Färbung, Ornamentirung und Technik die größte Aehnlichkeit mit den pompejanischen Wandmalereien. Die aus den Wilmowsky'schen Untersuchungen erhaltenen Thatsachen würden für die älteste Baugeschichte des Trierer Domes folgende schon oben angedeutete Resultate gewinnen lassen: Die Kirche ist ursprünglich ein römischer palastartiger Bau, vielleicht eine Gerichtsbasilika gewesen und noch in römischer Zeit — wahrscheinlich im IV. Jahrhundert — zu einer christlichen Kirche umgewandelt worden. Dieser ursprüngliche römische Bau zeigt sich so gestaltet, daß er eine Anwendung jener Tradition auf ihn, die Kaiserin Helena habe zur Einrichtung des ersten Domes einige Zimmer ihres Palastes hergegeben, nicht ganz ausschließen würde. Sie bildete im Grundriß ein einfaches Quadrat ohne Absidenvorlage für den Chor. Hierin wäre also die Schmidt'sche Edition des Trierer Doms zu berichtigen: was Schmidt für die Anfänge einer Absis nahm waren einfach Strebepfeiler, die sich der Ostwand vorlegten. Diese Kirche muß wohl schon Dom gewesen sein, wie sich aus der oben hervorgehobenen Geräumigkeit ihres Presbyteriums schliessen läßt. Dieser alte Dom fiel im Innern durch irgend ein Ereigniß zusammen. Bei der Restauration desselben, die Bischof Nicetius um Mitte des VI. Jahrhunderts unternahm*), traten an die Stelle der vier ursprünglichen Granitsäulen im Innern Säulen von Kalkstein. Eine derselben brach zu Poppo's Zeit zusammen und hatte einen theilweisen Einsturz des Innern zur Folge. Poppo unternahm einen neuen Reparaturbau des Domes und begann denselben durch Aufführung eines Pfeilers an Stelle der zerbrochenen und gestürzten Säule, indem er zugleich auch die stehen gebliebenen Säulen durch Mauerwerk verstärkte und zu Pfeilern umging. — Auch die in diesen Pfeilern steckenden korinthischen Capitelle der vermauerten Säulen hat Herr v. Wilmowsky während des letzten Restaurationsbaues so weit aufdecken lassen, daß er sie zeichnen konnte. Sie weichen von den antiken darin ab, daß sie an der Stelle der Ranken-Voluten männliche Masken zeigen, deren Bart- und Kopfhaut laubartig gestaltet ist. — Für die Wissenschaft der Baugeschichte wäre die Publication der Wilmowsky'schen Forschungen und Zeichnungen, die zur Edition vorbereitet sind, höchst förderlich und wünschenswerth. Ohne eine Beihülfe aus Staatsmitteln wird sich aber schwerlich ein Verleger für dieselbe finden; möchte jene doch nicht einem Werke fehlen, das ebenso wie die Herausgabe des Werks über die Hagia Sophia Constantinopels dem kunstgeschichtlichen Sinn der preussischen Regierung zur Ehre gereichen würde. —

Dieselbe staatliche Beihülfe ist einem zweiten für die Publication vollständig vorbereiteten Werke des Herrn v. Wil-

*) Vergl. meinen Aufsatz über den Dom zu Trier in der deutschen Ausgabe von Gailhabaud's Denkmälern der Baukunst. L. L.

mowsky zu wünschen, das noch mehr Ansprechendes für die Anschauung als das ersterwähnte hat. Ich meine jene schöne Sammlung römischer Mosaikfußböden, die in und um Trier gefunden und von Herrn v. Wilmowsky gemessen, gezeichnet und nach der Natur colorirt worden sind; unter ihnen befindet sich auch der oben besprochene Nennig's, von dem sogar Detailzeichnungen in der Größe des Originals durch Herrn v. Wilmowsky hergestellt worden sind. Die meisten dieser Mosaiken sind jetzt nur noch in diesen Zeichnungen erhalten oder sichtbar, da sie größtentheils beim Graben für Fundamente zu Bauten gefunden alsbald zerstört oder wieder mit Erde bedeckt worden sind; um so mehr wird der Wunsch gerechtfertigt erscheinen, sie in einer Herausgabe veröffentlicht zu sehen. —

Um noch einmal auf den Dom in Trier zurückzukommen, so war es mir bei Besichtigung seiner Westfront recht auffällig, welchen Einfluß ein älteres Bauwerk auf die Formgebung eines jüngeren desselben Lokals haben kann. Die Capitelle mehrerer Pilaster, die Kranz- und Gurtgesimse der Westfronte des Domes sind nämlich denen an der Porta nigra nachgebildet: wenn Poppo genau die Structur des römischen Mauerwerks beim Weiterbau des Domes copirte, so copirten seine unmittelbaren Nachfolger jene Detailformen eines am Orte befindlichen römischen Baues, die vielleicht noch nicht einmal vollendet, sondern nur in der Bosse vorgearbeitet waren. — Die Liebfrauenkirche, unmittelbar neben dem Dome gelegen und mit ihm durch den Kreuzgang verbunden, ist von einer ihr eigenthümlichen Grundrißformation. Sie überrascht im Innern durch ihre schlanken und hohen Verhältnisse so wie durch die reizvollen Detail-Sculpturen ihrer Portale. In Bezug auf die Zeit ihrer Errichtung ist sie einer der ersten rein gothischen Bauten auf deutschem Boden. Wichtig ist sie schon aus diesem Grunde für die Baugeschichte aber eben so wichtig ist sie für die Baukunst als das Werk eines ihrer genialsten Meister.

Die römische Basilika, die nach dem letzten Restaurationsbau jetzt zu einer evangelischen Kirche geworden ist, imponirt durch ihre Weiträumigkeit. Sie und die Porta nigra geben durch ihren Maafsstab einen Begriff von römischer Größe. Obwohl die inneren Wandflächen der Basilika nur mit Linienornamenten geschmückt sind, so macht diese Decoration doch nicht den Eindruck der Dürftigkeit; das Auge wird nämlich unmittelbar auf die reicher geschmückte Absis geleitet, die Stüler's Kunst würdig durch den plastischen Schmuck mehrerer von Consolen getragener Aediculae auszuzeichnen wufste, denen aber die Figuren-Sculpturen noch fehlen. — Auch der Aufsuchung kleinerer mobiler Kunstdenkmäler wurde manche Zeit gewidmet; der Dom besitzt deren in seinem Schatze sehr merkwürdige. Ein in Elfenbein geschnitztes Relief stellt den Processionszug dar, mit dem vor Zeiten der „heilige Rock“ nach Trier geführt wurde. Es ist ein sehr frühes Werk mittelalterlicher Sculptur. Vier Evangeliarien, schon als Manuscripte durch hohes Alter sehr merkwürdig, sind durch ihre Einbände, die plastische in Gold getriebene Figuren der Evangelisten oder ihrer Symbole zeigen, für mittelalterliche deutsche Kunst sehr interessant. Ein nach dem Tode des Fürsten Metternich in den ursprünglichen Besitz des Domschatzes wieder zurückgekehrtes Reliquarium blieb trotz aller Bemühungen meines Freundes und Reisegefährten des Prof. aus'm Weerth für uns unsichtbar. —

Die übrigen römischen Baureste, die sogenannten Thermen und das Amphitheater, so wie die anderen Kirchen in und vor der Stadt wurden bei unseren antiquarischen Umgängen ebenfalls aufgesucht, darunter denn auch die Abtei St. Mathias mit ihrem gräberreichen altchristlichen Cimiterium, des-

sen nähere Erforschung — Grabungen sind hier aber unerläßlich — sehr interessante Funde verspricht. —

— In Soest wurde zur Besichtigung der dortigen mittelalterlichen Bauwerke Halt gemacht. Die Liebfrauenkirche auf der Wiese, eine überaus freundliche und imposante dreischiffige Hallenkirche des XIV. Jahrhunderts fand ich mit Ausnahme des Thurmes vollständig restaurirt. Ein kleines darin befindliches und neuerlichst erst entdecktes Altarbildchen, das in seiner ursprünglichen Umrahmung in Kreidegrund eingedrückte und vergoldete romanische Ornamente zeigt, ist als ein Werk der Malerei des XII. oder spätestens der ersten Hälfte des XIII. Jahrhunderts höchst merkwürdig. Auch die Westhalle der St. Patrokliuskirche oder des „Münsters“ war in der Restauration begriffen. Die romanischen Säulchen der Fenster der darüber befindlichen Gerkammer haben mit Bronzeblech überzogene Säulenschäfte. Die Halbkuppel der Hauptabside zeigt im Innern sehr interessante, neuerlichst erst von der überdeckenden Kalktünche befreite Wandbilder, in ihrer Mitte einen kolossalen thronenden Christus im weißen Gewande von stehenden Heiligenfiguren umgeben. Auch die Halbkuppel der nördlichen Abside ist mit Heiligenfiguren bedeckt, die leider in einer nicht zu billigen Weise vom Maler Lasinsky

so eben übermalt worden waren. Diese Gemälde sind wohl aus derselben Zeit wie die gemalten Glasfenster im Chor der Kirche, die durch ihre romanischen Ornamente das Ende des XII. oder den Anfang des XIII. Jahrhunderts bekunden. Auch wurde in dieser Zeit die ursprüngliche Holzdecke der Kirche mit einer gewölbten Decke vertauscht. — Bei der dem Dome nahe gegenüberliegenden Peterskirche, einer dreischiffigen romanischen Basilika, fielen mir aus weißem durchsichtigen Glase gebildete kleine Rosetten auf, die in ächt byzantinischer Weise zum Schmuck der Portale in den Sandstein eingelassen waren. — Die kleine zweischiffige St. Nicolaus-Capelle, deren aus sechs Kreuzgewölben bestehende Decke von zwei sehr schlanken Säulen mit schlichten Würfelcapitellen getragen werden, ist ein aus Sandsteinquadern höchst sauber ausgeführter Bau. In der östlichen Absis derselben — auch eine westliche Absis ist vorhanden — sind sehr liebliche Wandbilder unter der jetzt beseitigten Kalktünche aufgefunden worden; sie haben sich gut erhalten. Die Kreuzgewölbe des Schiffs zeigen eine einfache gemalte Ornamentation. Diese Malereien sind gleichzeitig mit dem Bau der Capelle, der dem Style nach spätestens in den Anfang des XIII. Jahrhunderts zu setzen ist.

Notizen über den Ludwigs- (Main-Donau-) Canal.

(Gesammelt auf einer Reise im April 1860.)

Der Ludwig's-Canal, auch bekannt unter dem Namen Main-Donau-Canal, verbindet die Regnitz, welche Bamberg durchströmt und sich bald darauf in den Main ergießt, mit der Altmühl, einem bis Dietfurt schiffbar gemachten Nebenflusse der Donau.

Genauere Beschreibungen dieser 18 Meilen langen Canalanlagen, und Angaben über die Schwierigkeiten, die hier zu überwinden waren, finden sich vorzugsweise in folgenden Werken:

Kleinschrod: Die Canalverbindung des Rhein's mit der Donau. München 1824.

Ludwigs-Canal. 12 Blatt Zeichnungen.

Pechmann: Ueber die Verbindung der Donau mit dem Main. München 1828.

Pechmann: Entwurf für den Canal zur Verbindung der Donau mit dem Main (mit Atlas). München 1832.

Wiebeking: Beweis, auf örtliche Untersuchung und die Lehren der Canal-Baukunde gegründet, daß der 1832 auf Staatskosten bekannt gemachte Entwurf zu einem Canal zwischen der Donau und dem Main in der Ausführung nicht gelingen könne. München 1834.

Pechmann: Der Ludwig's-Canal. München 1846.

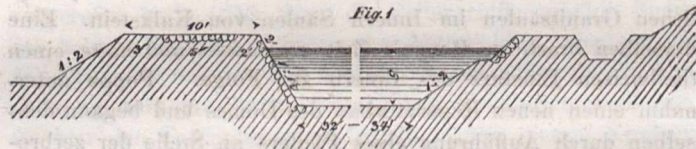
Hagen: Handbuch der Wasserbaukunst. II. 3. §. 116. S. 429.

Es sollen somit die Verhältnisse der Anlage im Allgemeinen als bekannt vorausgesetzt und in dem Folgenden nur einzelne Details der Ausführung mitgeteilt werden, da bisher bloß in dem letzterwähnten Handbuche der Wasserbaukunst manche Eigenthümlichkeiten der Construction veröffentlicht worden sind.

Die ganze Canalanlage entspricht wohl ihrem Zwecke als billige Handels- und Verkehrs-Straße, indessen hört man noch Klagen darüber führen, daß die Schleusen zu geringe, nur den Main-Schiffen angepaßte Abmessungen haben, so daß die größeren Rhein-Schiffe den Canal nicht passiren können, der

directe Verkehr zwischen Rhein und Donau also durch das Umladen erschwert wird.

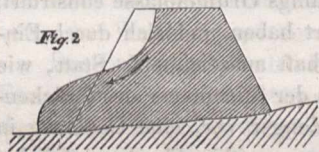
Die Schleusen des Canals sind 16 Fufs breit, 115 Fufs lang, so daß der Canal-Ordnung gemäß nur noch Schiffen von höchstens 15 Fufs 5 Zoll Breite und 110 Fufs Länge die Passage auf dem Canal gestattet ist.



Das Querprofil selbst (Fig. 1) variiert zwischen 32 und 34 Fufs Sohlbreite, wobei die Böschungen meistens eine 2fache, und nur an solchen Stellen, wo sie gepflastert sind, eine $1\frac{1}{2}$ fache Anlage erhalten haben. Der Wasserstand wird auf 5 Fufs erhalten. Zur Darstellung des Canalbettes hat sich im Allgemeinen gut geeignetes Material gefunden, und ist die Dichtung im Lehmboden durch Kies und Sand, im Sand- und Kiesboden durch Lehm bewirkt worden. Es hat sich hier gerade das am meisten gefürchtete Material, der Sand, als das beste Schüttungsmaterial gezeigt, da hier am frühesten eine vollständige Dichtung hergestellt werden konnte. Denn als durch Lettenschläge keine vollständige Dichtung herbeigeführt werden konnte, griff man zu dem in Hagen's Handbuch §. 126 S. 627 bereits näher beschriebenen Mittel, Lehm zu trocknen, zu zerkleinern, und dann als Staub in das Canalwasser zu werfen, um auf diese Weise die einzelnen Wasseradern zu verstopfen. Diese Methode hat fast durchweg sehr günstige Resultate gegeben, doch hat man, um an Zeit zu sparen, sich auch häufig damit begnügt, Lehm in Wasser aufzulösen, und dieses getrübe Wasser dem Canale zuzuleiten. Bei Erlangen, wo der Canal an Felsabhängen vorbei führt und die Beschaffung des Lehms sehr große Kosten verursacht haben würde, hat man den ab-

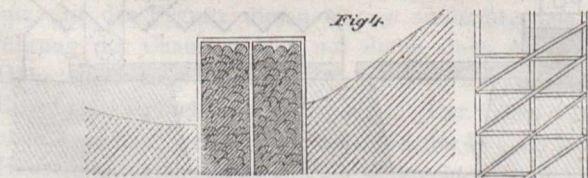
gezogenen Chaussee-Schlamm zur Dichtung benutzt, und hier in sehr kurzer Zeit ein günstiges Resultat herbeigeführt. Nur in der Scheitelstrecke, in der Nähe bei Burghann, haben sich alle diese Dichtungs-Mittel als unzureichend gezeigt.

In Hagen's Handbuch §. 125 S. 620 finden sich speciellere Mittheilungen über die Ausführung dieser 100 Fuhs hohen Dämme, welche den ursprünglich von Pechmann projectirten und seiner Kostspieligkeit wegen verworfenen massiven Aquäduct ersetzen sollten. Das Material zu diesen Dämmen wurde aus den benachbarten Einschnitten entnommen und bestand aus einer Art Grauwackenschiefer, der einer sehr schnellen Verwitterung ausgesetzt ist. Mit Rücksicht jedoch auf die sogar mit Sand als Schüttungsmaterial bisher erlangten günstigen Resultate, nahm man keinen Anstand, auch dieses Material zu verwenden. Allein schon während der Ausführung traten Bewegungen ein, indem sich sowohl in den Einschnitten als in den Aufträgen Rutschungen zeigten. Diese wurden indessen wenig beachtet, da man damals mit derartigen, erst später bei Eisenbahnbauten sich häufiger wiederholenden Erscheinungen noch zu wenig bekannt war, das hinabgestürzte Material in den Einschnitten sich leicht beseitigen, und die Bewegung in den Dämmen noch durch ein starkes, wenn auch ungleichmäßiges Setzen des Schüttungsmaterials sich erklären liefs. Als nun der Damm fertig, das Canalbett hergestellt und mit Wasser gefüllt war, zeigte sich anfangs nur eine überaus starke Filtration, so dafs alle sonst mit so gutem Erfolge angewandten Dichtungsmittel hier erfolglos blieben. Allmählig wurde der ganze Damm mit Wasser durchzogen und aufgeweicht, so dafs die Böschungen sich verflachten und selbst der inzwischen



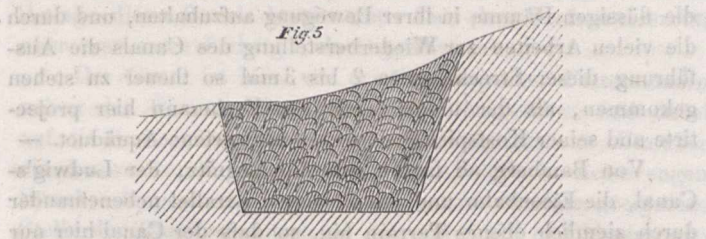
aufgeweichte Untergrund anfang, an den Bewegungen Theil zu nehmen. Während der Nacht versanken ganze Strecken des Canals und liefen vollständig auseinander. Namentlich der thalabwärts gelegene Theil des Dammes konnte bei seiner geringen Consistenz die flüssig gewordenen Massen nicht mehr zusammenhalten, so dafs hier die Böschung die Form einer unten fortschreitenden Wellenlinie (Fig. 2) annahm, während von oben immer neue Massen nachströmten.

Um nun den Damm aufzuhalten und diese Massen zum Stehen zu bringen, wurden zunächst thalabwärts 2 Reihen tiefer und starker Spundwände (Fig. 3) eingerammt und der Raum dazwischen mit Lehm und Steinen ausgeschlagen; doch genügte diese Anordnung nicht: dieser Fangedamm wurde theils durchbrochen, theils verschüttet. Da man diese ungenügende Wirkung einer zu schwachen Construction des Fangedammes zuschrieb, so wurden nun 3 Reihen Spundwände (Fig. 4) hintereinander geschlagen, diese durch übergelegte Zangen so mit einander verbunden, dafs dadurch ein fester Dreiecks-Verband hergestellt wurde, und nun die Zwischenräume ganz mit Steinen ausge-

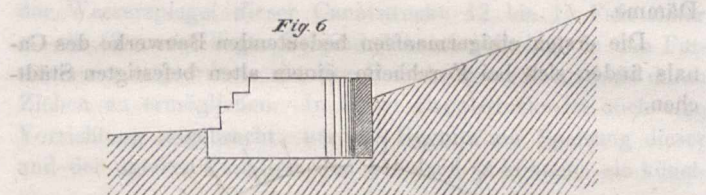


füllt. Dieser Damm leistete zwar besseren Widerstand, genügte aber doch nicht, um die flüssigen Massen aufzuhalten; auch er wurde theils durchbrochen, theils verschoben.

Dann wurde am Fusse des Dammes Erde ausgehoben und hier ein schwerer Steindamm (Fig. 5) ausgeführt, der sich



zwar wirksamer als alle bisherigen Mittel, aber auch so theuer zeigte, dafs von einem ausgedehnten Gebrauch dieses Mittels Abstand genommen werden mußte. Man führte nun als Ersatz hierfür liegende Gewölbe (Fig. 6) aus, allein auch diese



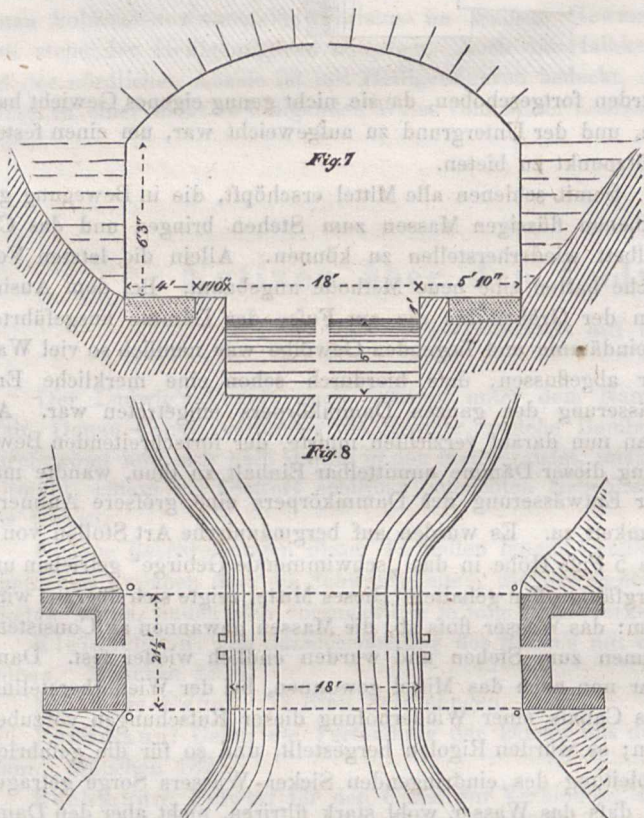
wurden fortgeschoben, da sie nicht genug eigenes Gewicht hatten, und der Untergrund zu aufgeweicht war, um einen festen Stützpunkt zu bieten.

Somit schienen alle Mittel erschöpft, die in Bewegung gerathenen flüssigen Massen zum Stehen bringen und das Canalbett wiederherstellen zu können. Allein die letzten Versuche hatten eine neue Methode angebahnt. Bei dem Ausheben der Gräben für die am Fusse der Dämme ausgeführten Steindämme und liegenden Gewölbe war nämlich so viel Wasser abgeflossen, dafs hierdurch schon eine merkliche Entwässerung des ganzen Dammkörpers eingetreten war. Als man nun darauf verzichten mußte, der fortschreitenden Bewegung dieser Dämme unmittelbar Einhalt zu thun, wandte man der Entwässerung des Dammkörpers eine gröfsere Aufmerksamkeit zu. Es wurden auf bergmännische Art Stollen von 3 bis 5 Fuhs Höhe in das „schwimmende Gebirge“ getrieben und sorgfältig offen gehalten. Dieses Mittel zeigte sich überaus wirksam: das Wasser flofs ab, die Massen gewannen an Consistenz, kamen zum Stehen und wurden endlich wieder fest. Damit war nun auch das Mittel gewonnen, bei der Wiederherstellung des Canals einer Wiederholung dieser Rutschungen vorzubeugen; es wurden Rigolen hergestellt, und so für die gefahrlose Ableitung des eindringenden Sicker-Wassers Sorge getragen, so dafs das Wasser wohl stark filtriren, nicht aber den Damm selbst mehr durchziehen konnte. Nun stellte man das Canalbett wieder her, und pflasterte sowohl die Sohle als auch die Böschungen mit flachen Geschieben. Als man nun diese Canalstrecken wiederum mit Wasser füllte, drang dieses sofort durch die Fugen der Pflasterung hindurch, und fand in den Rigolen seinen bequemsten und schnellsten Ablauf. Nun erst wandte man sich der Dichtung dieser Strecken zu, zu der man Sand und Strafsenschmutz verwendete, welcher letztere hier etwas Letten fein beigemischt erhielt. Diese Massen wurden in den Canal hineingeworfen, und nun (vom Ufer aus) das Canalbett mit breiten aus Faschinenreis fächerartig construirten Besen langsam gefegt, theils um die eingestreuten Massen gleichmäßig auszubreiten und zu vertheilen, theils um im Wasser eine Strömung zu erzeugen, durch welche die feinen aufgewirbelten Sand- und Staubtheilchen den Wasseradern zugeführt werden konnten, die sich durch die Fugen der Pflasterung nach den Rigolen hinzogen. Auf diese Weise ist mit der Zeit eine vollständige Zuschlemmung der Wasseradern und eine vollständige Dichtung des Bettes erreicht worden, so dafs

die Dämme bereits seit vielen Jahren vollständig ihrem Zwecke entsprechen; doch ist durch die vielfachen Versuche, die flüssigen Dämme in ihrer Bewegung aufzuhalten, und durch die vielen Arbeiten zur Wiederherstellung des Canals die Ausführung dieser Strecke etwa 2 bis 3 mal so theuer zu stehen gekommen, als der ursprünglich von Pechmann hier projectirte und seiner Kostspieligkeit wegen verworfene Aquäduct. —

Von Bamberg ab laufen nun die Regnitz, der Ludwigs-Canal, die Eisenbahn und die Chaussee parallel nebeneinander durch ziemlich ebenes Terrain hin, so daß der Canal hier nur geringe Auf- und Abträge, kleine Durchlässe und leichte hölzerne Brücken auf massiven Pfeilern zeigt. Der Canal ist hier durchweg bepflanzt, und zwar stehen die Bäume theils an der Aufsenkante der Leinpfade, theils am Fusse der kleinen Dämme.

Die ersten einigermaßen bedeutenden Bauwerke des Canals finden sich bei Forchheim, einem alten befestigten Städtchen.

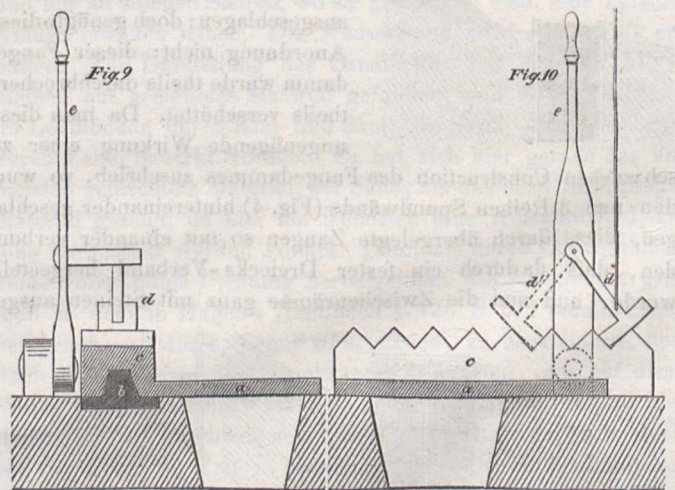


Für einen kreuzenden Weg wurde hier eine massive Brücke über den Canal erforderlich, und hierzu seine Breite auf 18 Fuß eingeschränkt (sämmliche Zahlen beziehen sich auf preussisches Maafs). Ebenso sind auch die sonst 9 bis 10 Fuß breiten Leinpfade hier auf 5 Fuß 10 Zoll Breite reducirt und durch eine Kiesbettung befestigt. Da die Höhendifferenz zwischen dem kreuzenden Wege und dem Canale nicht sehr bedeutend ist, so hat man, um an Höhe der auf die Brücke hinaufführenden Rampen zu sparen, hier die Leinpfade gesenkt, so daß sie unter der Brücke nur 1 Fuß über dem Wasserspiegel des Canales liegen, während sie auf der freien Strecke sich 2 Fuß darüber befinden. Mitten unter der Brücke sind in den Seitenmauern des Canales zwei Dammfalze angeordnet, die mit Deckplatten zugedeckt sind, um die Passage nicht zu unterbrechen. An den vier Ecken der Widerlags- und Flügelmauern sind senkrecht stehende hölzerne Walzen von 3 Zoll Durchmesser und 6 Fuß Höhe angeordnet, die sich um eine verticale Achse drehen und dazu dienen, die Zugleinen, welche tiefe Rinnen einschneiden, von dem Bauwerk abzuhalten und

dieses selbst zu conserviren. Die Futtermauern des Canalbettes unter der Brücke sind ober- und unterhalb noch als Flügelmauern fortgesetzt, und endigen in einem Steinkegel, an den sich die natürliche Böschung anschließt. —

Unterhalb dieser Brücke folgen ziemlich nahe aneinander zwei massive Brückencanäle. Der Canal zeigt hier dasselbe verengte Querprofil wie unter den massiven Brücken, nur daß die Leinpfade hier sorgfältig abgepflastert sind. Die Brüstungsmauern der Leinpfade haben an allen vorspringenden Ecken ebenfalls senkrechte hölzerne Walzen zum Schutze des Mauerwerks. An jedem Ende des Bauwerks sind zwei oben zugedeckte Dammfalze angeordnet, und nur bei Bauwerken von etwas größerer Länge folgt in einiger Entfernung hinter diesen beiden noch ein dritter Dammfalz, so daß nicht nur jede Canalstrecke zwischen zwei Bauwerken, sondern auch jedes Bauwerk für sich behufs Reparatur etc. abgeschlossen werden kann. Das Wasser, welches nun zwischen solchen abschließenden Dammwänden im Canalbette zurückbleibt, muß durch Grundablässe beseitigt werden. Die Grundablässe der Canalstrecken sollen später erwähnt werden; die der Brückencanäle bestehen meistens aus einem eisernen Rohre in einer Seitenwandung des Canales, das durch ein senkrechtliches Schütz verschlossen werden kann, geöffnet aber das Wasser nach unten abführt.

Diese Vorrichtungen haben indessen mancherlei Nachteile, da sie, aufsen angebracht, vielfachen Beschädigungen ausgesetzt sind, und namentlich gegen Einfrieren sehr sorgfältig geschützt werden müssen. Auch ist die Ausführung von Reparaturen hier immer mit Schwierigkeiten verknüpft. Der mit der Canalverwaltung in Nürnberg beauftragte Ober-Ingenieur, Herr Inspector Zenger, hat daher neuerdings Grundablässe construiert, die sich bis jetzt sehr gut bewährt haben und sich durch Einfachheit der Construction vortheilhaft auszeichnen. Statt, wie bisher, das Wasser seitwärts aus der Stirnmauer des Brückencanals abzuführen, zog es Herr Zenger vor, eine Oeffnung in der Sohle des Canals anzuordnen, mithin für die möglichst schnelle Entleerung den ganzen Wasserdruck nutzbar zu machen. Wegen der etwas vermehrten Ausströmungsgeschwindigkeit konnte die Oeffnung entsprechend geringer angenommen werden. Die Hauptschwierigkeit dieser Anordnung lag jedoch in einer möglichst bequemen Handhabung des horizontalen Schützes, welches nicht nur zur Entleerung des durch Dammwände abgeschlossenen Bauwerkes, sondern nöthigenfalls auch zur Entlastung der etwa überfüllten Canalstrecke gezogen werden können, sich daher ebenso unter Wasser öffnen, wie unter Wasser schliessen lassen muß.



Herr Zenger hat diesen Bedingungen dadurch zu entsprechen gesucht, daß er zur Führung des horizontalen eisernen Schützes *a* (Fig. 9 und 10) einen gußeisernen Sattel *b* an-

ordnete, der im Mauerwerk befestigt wird. Auf diesem Sattel bewegt sich der mit dem Schütz verbundene Kamm *c*, welcher oben starke Zähne trägt. In diese Zähne greift nun ein starker Hammer *d*, der mit seinem Stiele an einem Ruder *e* befestigt ist. Dies aufrecht stehende Ruder *e* ist mit seinem untern Ende so am Canalbette befestigt, daß es, wie ein umgekehrtes Pendel, hin- und hergehende Bewegungen in einer Vertical-Ebene gestattet. Zur bequemen Handhabung ist das obere Ende des Ruders mit einem Handgriffe versehen.

Bei der in der Skizze angedeuteten Lage des Hammers wird durch eine hin- und hergehende Bewegung des Ruders das Schütz geöffnet, indem der Hammer bei der Vorwärtsbewegung den Zahn vor sich herschiebt, bei der Rückwärtsbewegung aber über den folgenden Zahn gleitet und diesen in Angriff versetzt. Soll das Schütz geschlossen werden, so hat man nur nöthig, mittelst einer Schnur den Hammer in die punktirt angedeutete Lage *d'* hinüber zu werfen und das Ruder in derselben Weise zu bewegen.

Der bequemen Handhabung wegen muß diese Vorrichtung in oder an einer Seitenwandung des Brückencanals angeordnet werden, wodurch sie gleichzeitig der Beschädigung durch die passirenden Schiffe entzogen wird, da das Canalprofil rechteckig ist, die Schiffe aber sich nach unten verjüngen. Eine Beschädigung des Apparates durch Stangen und Haken, mit denen die Schiffer den Pferdezug durch Stossen zu unterstützen pflegen, ist in dem verengten Profile des Brückencanals auch nicht zu befürchten, da die Fugen der Futtermauern bequemere Stützpunkte bieten. Gegen Mißbrauch ist die Vorrichtung theils durch Verschluss, theils dadurch zu sichern, daß man das Ruder oben mit einem abnehmbaren Theile versieht, der bis unter den Wasserspiegel hinabreicht.

Die Brückencanäle bei Forchheim zeigten noch die ältere Einrichtung der Grundablässe, deren genauere Besichtigung durch die winterliche Strohumbüllung verhindert wurde.

Das zu den Brückencanälen verwendete Steinmaterial hatte in der Höhe des Canal-Wasserspiegels dem Angriffe des Wassers und der Verwitterung nicht genügend Widerstand leisten können, so daß hier neue Schichten aus kostbaren Granitquadern eingezogen waren. An einem dieser beiden Brückencanäle war zum Schutze der Canalmauern gegen die Fahrzeuge und Schiffer eine starke Holzverkleidung angebracht.

Der eine dieser Brückencanäle zeigt sieben mit etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ Pfeil gewölbte Oeffnungen von circa 12 Fuß Weite, doch waren an allen (schon häufig reparirten) Gewölben starke Durchtropfungen sichtbar.

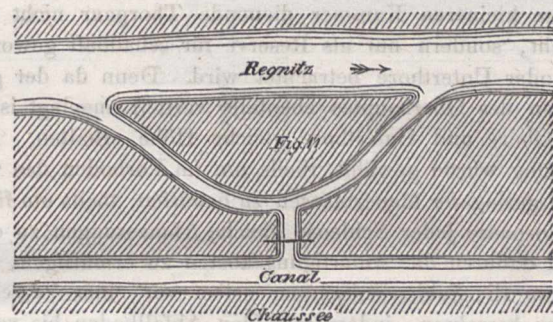
Bei dem kleineren Brückencanäle hatte man die Wölbung der Durchlässe herausgeschlagen und nur unter den Stirnmauern starke Gurtbogen stehen gelassen, im Uebrigen aber die Wölbung durch 1 Zoll starke Gufseisenplatten ersetzt, und darüber Lehm und Sandschichten aufgeführt. Auch hier war die Dichtung nicht vollkommen, doch war die Filtration geringer und das Mauerwerk weniger angegriffen, als bei den ganz aus Mauerwerk hergestellten Brückencanälen. —

Bei Erlangen tritt ein Höhenzug so nahe an die Regnitz heran, die erst unterhalb Fürth nach der Vereinigung der Rednitz mit der Pegnitz diesen Namen annimmt, daß die Fortführung der Chaussee hier nur durch einen Anschnitt dieses Höhenzuges möglich wurde, der ganz in der Nähe mit einem Eisenbahn-Tunnel durchbrochen ist. Der Canal ist nun hier noch zwischen der Chaussee und den der Regnitz zugekehrten Häusern hindurchgeführt und mit senkrechten Futtermauern eingefast, die einerseits die Chaussee, andererseits die Pflasterstraßen begrenzen.

An dieser Stelle erhebt sich das schöne, von Schwan-

thaler in feinem weissen Sandstein ausgeführte Denkmal des Ludwig's-Canals, mit einer Inschrift, welche anzeigt, daß die Anlage dieses Canals bereits unter Carl dem Großen versucht, aber erst unter Ludwig I. durchgeführt sei.

Der Canal ist hier, wie erwähnt, zwischen Futtermauern neben der Chaussee in einem Bogen hergeführt, und dabei auf die Breite einer Schleusenammer eingeschränkt. Um aber ein Ausweichen der sich begegnenden Schiffe in dieser engen Strecke dennoch möglich zu machen, ist an einer geeigneten Stelle der Canal erweitert, so daß ein Schiff hier hineintreten und die Vorbeifahrt des andern Fahrzeuges abwarten kann. Diese ganze Strecke von etwa 100 Ruthen Länge wird durch zwei Schleusen begrenzt, und ist hier der Leinenzug nicht gut ausführbar, theils wegen des beschränkten Raumes, theils weil der Wasserspiegel dieser Canalstrecke 12 bis 15 Fuß tiefer als die Chaussee liegt. Es sind daher Schiffsringe in den Futtermauern angeordnet, um eine Fortbewegung der Schiffe durch Ziehen zu ermöglichen. In dieser Canalstrecke ist auch eine Vorrichtung angebracht, um die Regnitz zur Speisung dieser und der unteren Canalstrecken benutzen zu können: ein künst-



licher Nebenarm der Regnitz ist durch abweigende Futtermauern mit dem Canal verbunden, und hier ein starkes Schütz angeordnet, welches an einer Zahnstange hängt, die mittelst eines Vorgeleges leicht gehoben und gesenkt werden kann. Auf der Zahnstange befindet sich eine hölzerne von oben nach unten getheilte Skala, die sich mit dem Schütze hebt und senkt, und nur soweit sichtbar ist, als unten das Schütz gehoben ist, somit also direct anzeigt, wieweit der Speisecanal geöffnet ist. Um aber das von der Regnitz hineinfließende und namentlich zur Zeit des Hochwassers sehr stark getrübe Wasser wenigstens von seinen grössten Sinkstoffen zu befreien, ist in dem Verbindungscanal nahe vor dem Schütze ein vertiefter Kessel, eine Schlammgrube angelegt, die mehrmals im Jahre gereinigt wird. Dennoch aber führt das Speisewasser soviel Sinkstoffe mit sich, daß die zunächst unterhalb liegende Canalstrecke jährlich mindestens einmal, und zwar in der Regel nach jedem Frühjahrshochwasser und vor Eröffnung der Schifffahrt, ausgebagert werden muß.

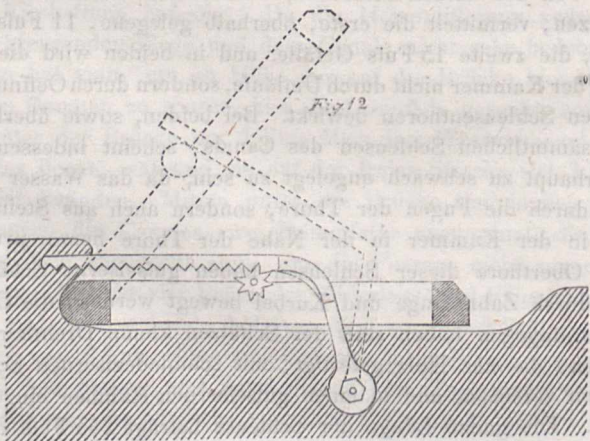
Von den beiden Schleusen, welche diese Canalstrecke begrenzen, vermittelt die erste, oberhalb gelegene, 11 Fuß Gefälle, die zweite 15 Fuß Gefälle, und in beiden wird die Füllung der Kammer nicht durch Umläufe, sondern durch Oeffnungen in den Schleusenthoren bewirkt. Bei beiden, sowie überhaupt bei sämmtlichen Schleusen des Canals, scheint indessen das Oberhaupt zu schwach angelegt zu sein, da das Wasser nicht nur durch die Fugen der Thore, sondern auch aus Steinpalten in der Kammer in der Nähe der Thore hervorsprudelt. Die Oberthore dieser Schleusen haben gufseiserne Schützen, die durch Zahnstange und Kurbel bewegt werden; die Unterthore dagegen haben statt der Schützen kleine Drehtore erhalten, die aus Holz gefertigt, mit schmiedeeisernen Schlagleisten versehen, und in einen gufseisernen Rahmen eingesetzt sind. Die ganze Länge der Schleuse beträgt 155 Fuß 8 Zoll

bairisch, die Länge der Kammer 116 Fufs 1 Zoll, ihre Breite 16 Fufs, und die Höhe der Kammermauern 19 Fufs 3 Zoll. Der Boden ist massiv mit 1 Fufs Pfeil gewölbt, das Gewölbe 1½ Fufs stark, und ruht auf einer 3 bis 3½ Fufs starken Bétionschicht.

In Hagen's Handbuch der Wasserbaukunst ist bereits erwähnt, daß jede Schleuse mit zwei unteren Thorpaaren versehen wurde, um für kleinere Schiffe auch eine kleinere Kammer herstellen zu können, da bei Anlage des Canals die Stärke der Filtration in den einzelnen Strecken nicht sicher ermittelt werden konnte, sich daher auch nicht voraussehen liefs, ob die dem Canal zur Speisung zugeführten Wassermengen auch ausreichend sein würden, und es daher wünschenswerth erschien, die Füllmassen der Schleusen möglichst zu beschränken. Theils hat jedoch die Erfahrung gezeigt, daß die Zuflüsse auch für einen größeren Wasserbedarf genügen, theils sind die kleineren Schiffe sehr bald durch die größeren Schiffe ganz und gar verdrängt worden, da mit diesen in derselben Zeit eine größere Fracht transportirt, also auch ein größerer Gewinn erzielt werden konnte, so daß jetzt das mittelste, zur Darstellung der kleineren Kammer dienende Thorpaar nicht mehr gebraucht, sondern nur als Reserve für schadhafte gewordene Ober- oder Unterthore betrachtet wird. Denn da der ganze Vorboden des Oberhauptes ebenfalls vertieft angelegt ist, so haben Ober- und Unterthore gleiche Höhe erhalten. Diese Anordnung wurde gewählt, theils um im Vorboden des Oberhauptes geringerer Mauermassen zu bedürfen, theils um für die drei Thorpaare jeder Schleuse gleiche Abmessungen zu erhalten und dadurch die Anfertigungskosten zu ermäßigen, theils auch, um die Schleusenkammer selbst vor einer Verschlamung zu bewahren, indem man den Abfallboden bis vor die Dammfalze des Oberhauptes hinausrückte, und nun in die Dammfalze so viele Dammbalken hineinbrachte, bis dadurch die Sohle des Obercanals erreicht war. Zwischen Abfallboden und Dammbalken bildete sich nun ein vollkommener und leicht auszuräumender Schlammfang.

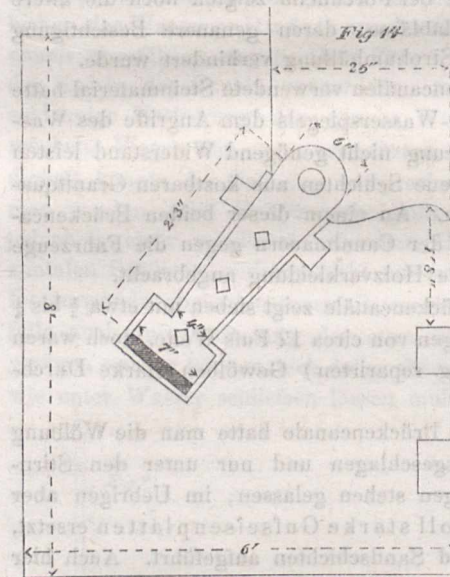
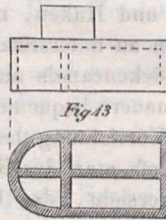
Die kleinen in den Schleusenthoren angeordneten Drehthore, durch welche die Kammer gefüllt und entleert wird, werden durch einen aufgeschraubten eisernen Quadranten und ein eingreifendes Getriebe (Hagen, §. 109, S. 232) in Bewegung gesetzt, sollen jedoch allmählig durch gewöhnliche Schützen wieder ersetzt werden, weil die unter Wasser befindlichen Zähne des Quadranten und des Getriebes in Folge der feinen Sandtheilchen, die sich dazwischen setzen, einer schnellen Abnutzung unterworfen sind, so daß der Eingriff nicht mehr sicher genug erfolgt.

Des überaus beschränkten Raumes wegen ist hier eine eigenthümliche Vorrichtung zum Oeffnen und Schließen der Schleusenthore zur Ausführung gekommen.



Etwa in der Mitte des Thorflügels ist eine senkrechte Spindel befestigt, die zwischen Oberrahm und Fufsbrücke ein Getriebe trägt und von der Fufsbrücke aus durch ein Vorgelege leicht in Rotation versetzt werden kann. In dieses Getriebe greift eine Zahnstange ein, die vermittelt eines starken Kniestückes ihren Drehpunkt in dem Mauerwerk der Thor-kammer hat. Die durch die Rotation hervorgerufene Abwälzung des Getriebes auf der Zahnstange kann nur erfolgen, indem Schleusenthor und Zahnstange sich nach entgegengesetzten Richtungen bewegen. Bei ganz geöffnetem Thore legt sich die Zahnstange ganz an das Thor an, nimmt mithin keinen Raum weiter in Anspruch, während bei geschlossenem Thore die Zahnstange über das Oberwasser hinfortreicht, also ebenfalls nirgend hindert.

Als Nachtheile dieser Vorrichtung wurden angegeben: ein ziemlich schwerer Gang, Abbrechen einzelner Zähne, Bruch im Knie der Zahnstange und Beschädigungen der bei geschlossenem Thore über das Oberwasser reichenden Zahnstange durch die Unvorsichtigkeit der Schiffer; doch dürfte die Einfachheit der Construction und die leicht zu bewirkende Reparatur ihr bei beschränkten Räumen wohl vor anderen Vorrichtungen den Vorzug geben.



Die Schleusenthore haben eiserne Drehzapfen, und zwar sitzt der obere Zapfen auf einem circa 3 Zoll hohen eisernen Schuh, der mit Kreuz- und Querrippen den Kopf der Wendesäule faßt. Der Zapfen wird nun von einem eigenthümlichen schmiedeeisernen Halsbande gehalten, das gleichzeitig als Anker dient, und in einem gusseisernen Kasten von etwas größerer Länge ruht, um dem Drucke der geschlossenen Thore etwas nachgeben zu können. Es ist daher der Spielraum zwischen Kasten und Halsband mit einem elastischen Mittel (Holz, Asphalt etc.) oder auch gar nicht ausgefüllt. Besondere Anker zur Befestigung des Halsbandes fehlen hier, und ist dafür das Gewicht der Steine in Anspruch genommen, da diese Halsbänder nur in kolossale Steinblöcke eingesetzt sind. Bei einer dieser Schleusen zu Erlangen hat z. B. ein solcher Ankerstein 8 Fufs Länge, 6 Fufs Breite und 2 bis 2½ Fufs Dicke, und besteht aus sehr festem Sandstein. Bei den neueren Schleusenthoren zwischen Nürnberg und Neumarkt hat man den eisernen Drehzapfen fortgelassen und den Hals der Wendesäule selbst mit dem Halsbande umfaßt.

Die Kammerwände der Schleusen haben sich gut gehalten. Das Schleusengefälle wechselt fast nur zwischen 8 und 12 Fufs, und finden sich sehr häufig einfache, doppelte und dreifache Durchlässe noch vor dem Abfallboden des Oberhauptes hindurchgeführt und mit der Schleuse auf demselben Fundament gegründet.

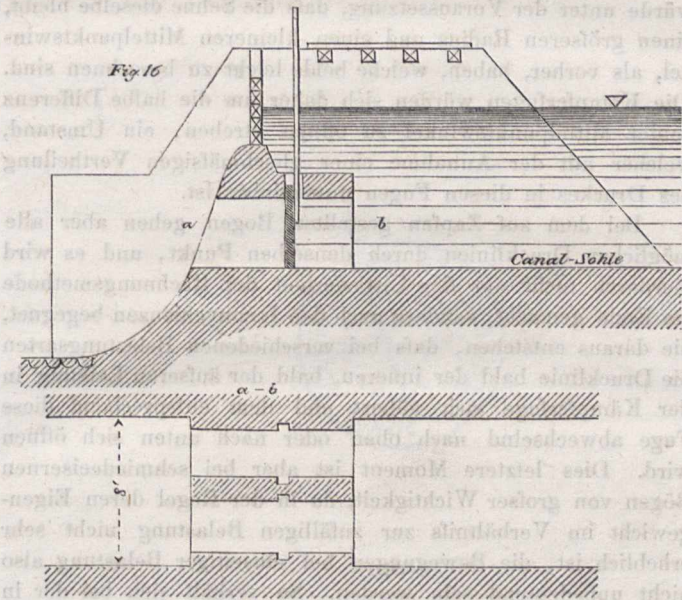
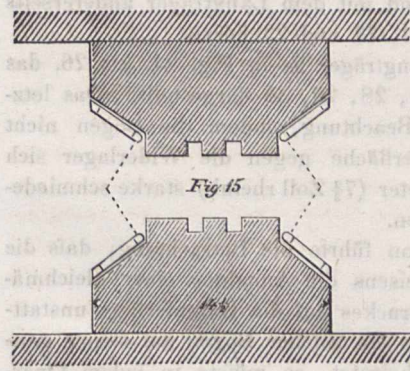
Bei den Fundirungen der Schleusen hat man sich niemals

der Spundwände bedient, selbst nicht bei Anwendung von Béton, mit alleiniger Ausnahme der beiden Endschleusen zu Bamberg und Dietfurt, durch welche die Verbindung des Canales mit der Regnitz und der Altmühl hergestellt wird; diese beiden Schleusen wurden ringsherum mit Spundwänden eingefasst, erhielten aber keine Querspundwand weiter. Ein großer Theil der Schleusen konnte unmittelbar auf gewachsenem Felsen fundirt werden. —

Der Canal soll in der Regel eine Wassertiefe von 5 Fuß haben, und muß hauptsächlich von der Scheitelstrecke aus gespeist werden, da es nur sehr selten möglich war, die einzelnen Canalhaltungen durch besondere Zuflüsse zu speisen. Es sind daher in die zwischen Nürnberg und Neumarkt belegene über 3 Meilen lange Scheitelstrecke alle Seitenbäche und Quellen hineingeführt, die nur irgend zur Speisung tauglich befunden werden konnten, und um für den Fall des Versiegens dieser Zuflüsse bei großer Hitze noch Wasservorrath zu haben, ist in der Scheitelstrecke der Wasserstand auf 7 Fuß normirt, so daß die Scheitelstrecke selbst noch als Bassin dient.

Wenn nun schon bei der übrigen Canalstrecke sich die Nothwendigkeit herausgestellt hatte, in jedem Bauwerk Dammfalze anzuordnen, um das Bauwerk von der übrigen Canalstrecke abzuschließen und repariren zu können, so kam in der Scheitelstrecke, die den Canal nach beiden Richtungen hin speist, die wichtige Rücksicht zur Geltung, den Wasservorrath zu erhalten, und also bei einem Schadhaftwerden des Canalbettes die Scheitelstrecke schnell in mehrere Theile abzuschließen und den Wasserverlust möglichst verringern zu können. Es sind daher nicht nur unter jeder über den Canal führenden Brücke Dammfalze angeordnet, sondern es ist auch die freie Canalstrecke durch Sicherheitsthore in kleinere Strecken zerlegt. Hauptsächlich finden sich diese Sicherheitsthore an den Uebergängen von Auftrag in Abtrag, so daß jeder Canalstrecke durch zwei solcher Sicherheitsthore begrenzt wird. Die Construction dieser Vorrichtungen ist einfach, indem (Fig. 15) zwei Pfeiler in den Canal vorspringen, welche ein doppeltes Schleusenhaupt bilden, das mit zwei nach entgegengesetzten Richtungen aufschlagenden Thorpaaren ausgerüstet ist. Zum dichten Abschluß durch einen Fangedamm sind in der Mitte noch zwei Dammfalze angeordnet.

Die zur Speisung der Scheitelstrecke benutzten Quellen



ter dem Ueberfallwehr, dessen Höhe durch aufgesetzte Damm balken vermehrt wird, ein Grundablaß in Form eines einfachen oder doppelten Durchlasses angeordnet wird, welcher von der überführenden leichten Brücke aus durch Schützen geöffnet oder geschlossen werden kann.

G. Dulk.

Schmiedeeiserne Bogenbrücke über den Canal St. Denis.

(Mit Zeichnungen auf Blatt H im Text.)

In dem 5. Hefte des 10. Jahrgangs (1860) der Annales des ponts et chaussées ist sub No. 265 die Berechnung einer schmiedeeisernen Bogenbrücke mitgetheilt, die manches Beachtenswerthe enthält. Die Brücke ist auf der directen Eisenbahn von Paris nach Creil über den Canal St. Denis neben einer älteren Eisenbahnbrücke ausgeführt. Sie überschreitet in sehr schiefer Richtung, nämlich unter einem Winkel von $30^{\circ} 29'$, den Canal mit einer lichten Weite von 45,162 Meter ($143' 10\frac{3}{4}''$ rheinl.). Die vier Bögen, welche in Verbindung mit den Langträgern die aus zwei Geleisen und dem Trottoir bestehende Brückenbahn tragen, haben einen Pfeil von 4,708 Meter ($15'$ rheinl.). Die Zwickel zwischen den Langträgern und den Bögen sind durch ein festes Dreieckssystem von Verticalen und Diagonalen ausgefüllt.

In Figur 1 und 2 auf Blatt H ist eine Ansicht der Brücke und einer Bogenhälfte, in Figur 3 der Grundriß mit dem

Kreuzverbande der Bögen, in Fig. 4 und 5 der Querschnitt dargestellt. Die Bögen sind nach Fig. 6 aus einer Verticalplatte mit vier dagegen genieteten Barlowschienen gebildet. Die Langträger, aus einer Verticalplatte mit Horizontalplatten und Winkelleisen bestehend, haben einen Querschnitt wie in Figur 7 bis 12, die Verticalen und Diagonalen dagegen haben Kreuz-Form, wie Fig. 12 und 13 zeigen, und die horizontalen Querverbindungstheile, die drei Systeme bilden, nämlich ein Horizontalgitter in der Ebene der unteren, ein anderes in der Ebene der oberen Leibungsflächen der Bögen, das dritte in der Ebene der Langträger liegend, sind nach Figur 14 und 15 im Querschnitt geformt. Die Figuren 16, 17, 18, 19 und 20 stellen verticale Durchschnitte durch den Scheitel und die vier demselben zunächst liegenden Theilpunkte (es sind deren 10 auf jeder Bogenhälfte) des Bogens dar. Die Verbindung der Verticalen und der Diagonalstreben mit dem

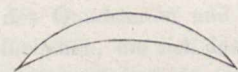
Bogenkörper einerseits und mit dem Langträger andererseits gehen aus den Figuren 21, 22 und 23 hervor.

Das Auflager der Langträger ist in Fig. 24, 25, 26, das der Bögen in den Fig. 27, 28, 29, 30 dargestellt. Das letztere verdient besondere Beachtung, indem die Bögen nicht mit ihrer ganzen Kämpferfläche gegen die Widerlager sich lehnen, sondern auf 0,2 Meter (7 3/4 Zoll rheinl.) starke schmiedeeiserne Zapfen sich stützen.

Zu dieser Construction führte die Betrachtung, das die Elasticität des Schmiedeeisens die Annahme einer gleichmäßigen Vertheilung des Druckes auf die Kämpferfuge unstatthaft mache. Denn würde ein solcher Bogen auf seiner ganzen Länge gleichmäßig belastet, so müßte in jedem Querschnitt in der Richtung der neutralen Axe eine, und zwar in dem angenommenen Falle gleich große Pressung stattfinden, die denselben um ein Gewisses verkürzte. Der neue Bogen würde unter der Voraussetzung, das die Sehne dieselbe bleibt, einen größeren Radius und einen kleineren Mittelpunktswinkel, als vorher, haben, welche beide leicht zu berechnen sind. Die Kämpferfugen würden sich daher um die halbe Differenz beider Mittelpunktswinkel zu öffnen streben, ein Umstand, welcher mit der Annahme einer gleichmäßigen Vertheilung des Druckes in diesen Fugen unvereinbar ist.

Bei dem auf Zapfen gestellten Bogen gehen aber alle möglichen Drucklinien durch denselben Punkt, und es wird hierdurch nicht nur der Unsicherheit der Rechnungsmethode ein Ende gemacht, sondern auch den Inconvenienzen begegnet, die daraus entstehen, das bei verschiedenen Belastungsarten die Drucklinie bald der inneren, bald der äußeren Leibung in der Kämpferfuge sich nähert und dem entsprechend diese Fuge abwechselnd nach oben oder nach unten sich öffnen wird. Dies letztere Moment ist aber bei schmiedeeisernen Bögen von großer Wichtigkeit, da in der Regel deren Eigengewicht im Verhältniß zur zufälligen Belastung nicht sehr erheblich ist, die Bewegungen bei einseitiger Belastung also nicht unbedeutend sein werden. So verhält sich bei der in Rede stehenden Brücke über den Canal St. Denis das Eigengewicht zu der zufälligen Maximalbelastung wie 13 : 20.

Dadurch, das sämtliche Drucklinien durch den einen Punkt gehen, entsteht der Uebelstand, das die Bogenstärke erheblich vermehrt werden muß, damit keine der möglichen Drucklinien sich zu sehr den Leibungsflächen nähert. Man würde nach nebenstehender Skizze, indem man die äußere Leibungslinie mit einem kleineren Radius, als die innere, zieht, wohl eine Bogenform erzielen, die den Drucklinien den nöthigen Spielraum gewährt, allein diese Form setzt vermöge ihrer bedeutenden Scheitelhöhe den durch Temperaturveränderungen hervorgebrachten Bewegungen, die im Scheitel gerade am stärksten sind, zu großen Widerstand entgegen.



Eine andere, aber sehr ungefällige Form, wie nebenstehend, würde diesem Umstande mehr Rechnung tragen. Bei der neuen Brücke über den Canal St. Denis ist der mittlere Theil der Bögen hiernach geformt, die Seitenzwickel haben jedoch durch ein festes Dreieckssystem die erforderliche Steifigkeit erhalten.

Die Berechnung ist für den mittleren Bogentheil und für die seitlichen Theile getrennt vorgenommen, bei beiden aber nach einer Art Versuchsmethode (méthode de fausse position) verfahren, d. h. es sind durch Proberechnungen und mit Be-

nutzung vorliegender Erfahrungs-Resultate die einzelnen Dimensionen festgestellt, und dann ist nachgewiesen worden, das dieselben stark genug sind. Für den centralen Theil ist zwar die Drucklinie nicht gezogen, doch sind die Kräfte nach derselben Methode, wie bei der Zeichnung der Drucklinie, und zwar unter der Annahme bestimmt, das die Maximalanstrengungen in den schwächsten Punkten zu beiden Seiten des Scheitels einander gleich sein sollen. Dabei ist die eine Hälfte des Bogens als in der ungünstigsten Weise belastet, die andere als unbelastet in Rechnung gestellt. Da der Angriffspunkt der Resultirenden im Scheitel nicht bekannt ist, so ist eine Versuchsrechnung gemacht und zunächst ein willkürlicher Punkt, z. B. der Schwerpunkt des Scheitelquerschnitts, als solcher angenommen. Die Richtung der Resultante läßt sich nun leicht berechnen. Wenn in Fig. 31 das im Schwerpunkt der belasteten Bogenhälfte wirkende Gewicht P ist und den Hebelsarm D in Bezug auf den Drehpunkt B hat, ferner das Gewicht der unbelasteten Hälfte p mit dem Hebelsarm d , vom Drehpunkt C aus gerechnet, ist, und endlich H und x die Hebelsarme der Resultirenden F in Bezug auf dieselben Punkte sind, so hat man

$$p d = x \cdot F \text{ und } P d = X \cdot F, \text{ also}$$

$$\frac{p d}{P D} = \frac{x}{X}$$

Wenn X' und x' ferner die perpendicularen Entfernungen zweier Punkte der gesuchten Richtungslinie der Resultirenden in Bezug auf die Endpunkte der Sehne BC sind und F die bekannte Pfeilhöhe des Punktes A der Bogenlinie bezeichnet, so ist

$$X' + x' = 2f. \text{ Es ist aber auch}$$

$$\frac{x}{X} = \frac{x'}{X'} = \frac{p d}{P D} \text{ und hieraus}$$

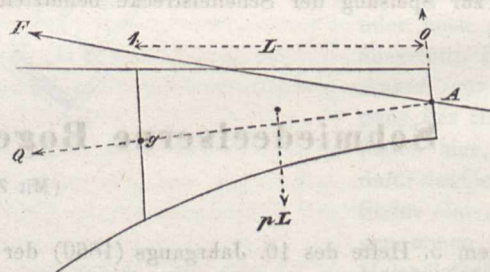
$$x' = \frac{2f p d}{P D + p d}, \quad X' = \frac{2f P D}{P D + p d}$$

oder, da die Abstände D und d hier einander gleich sind,

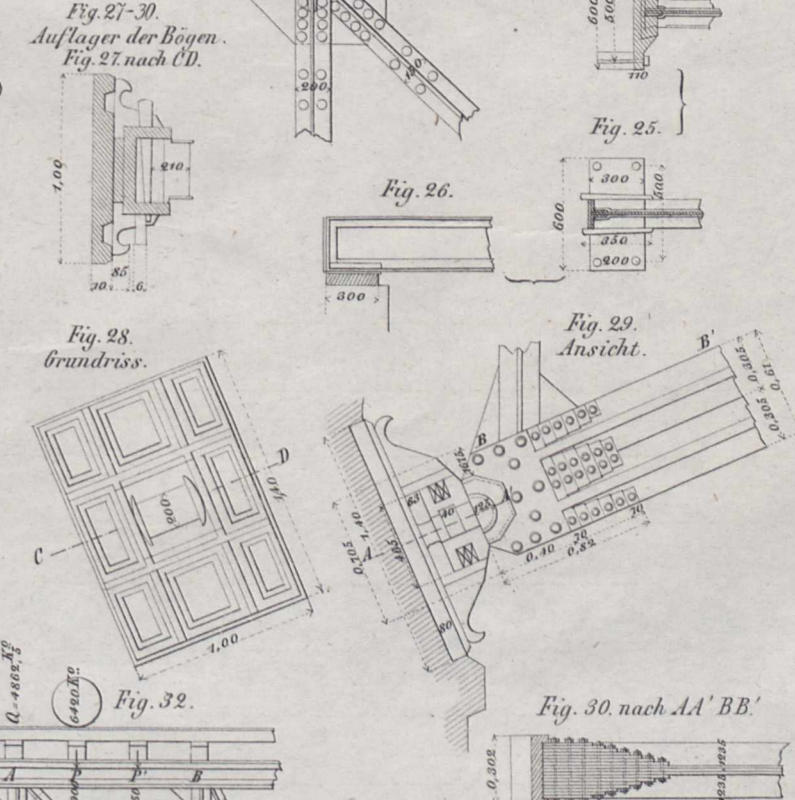
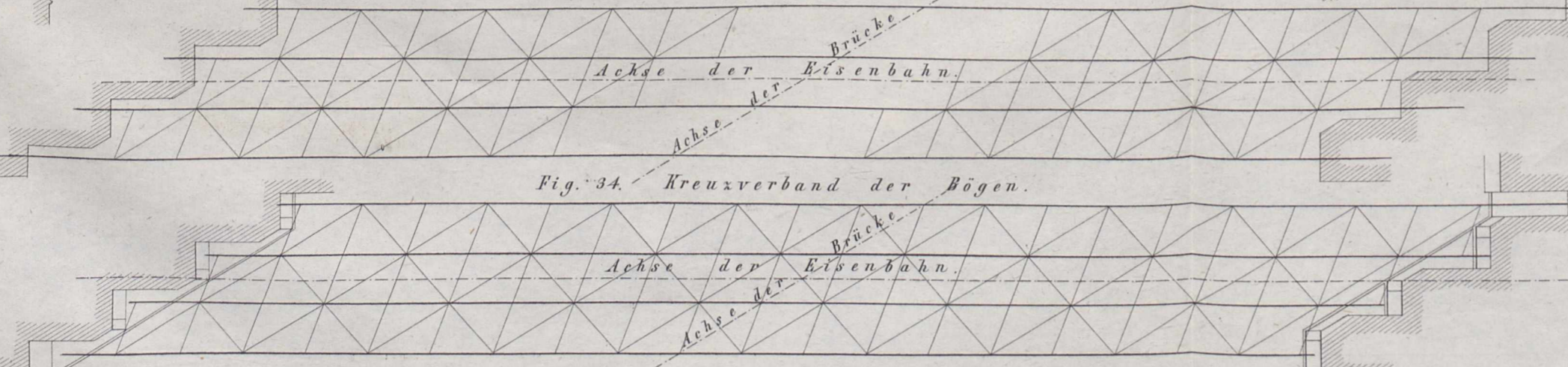
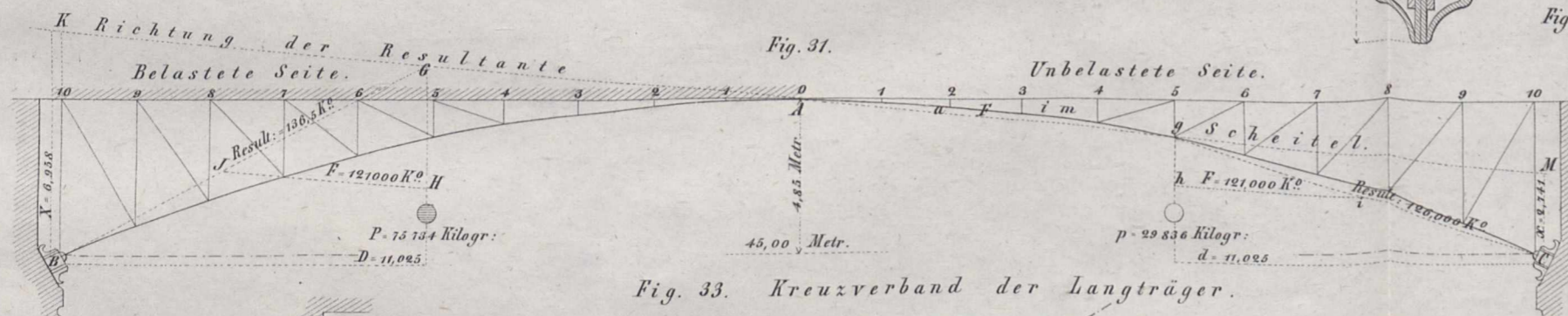
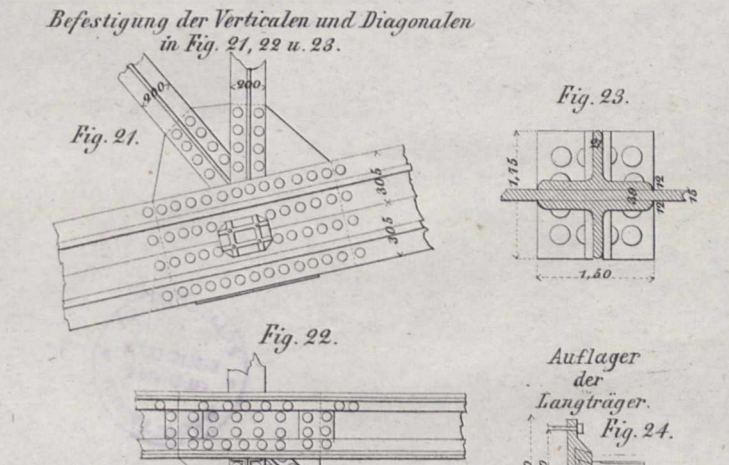
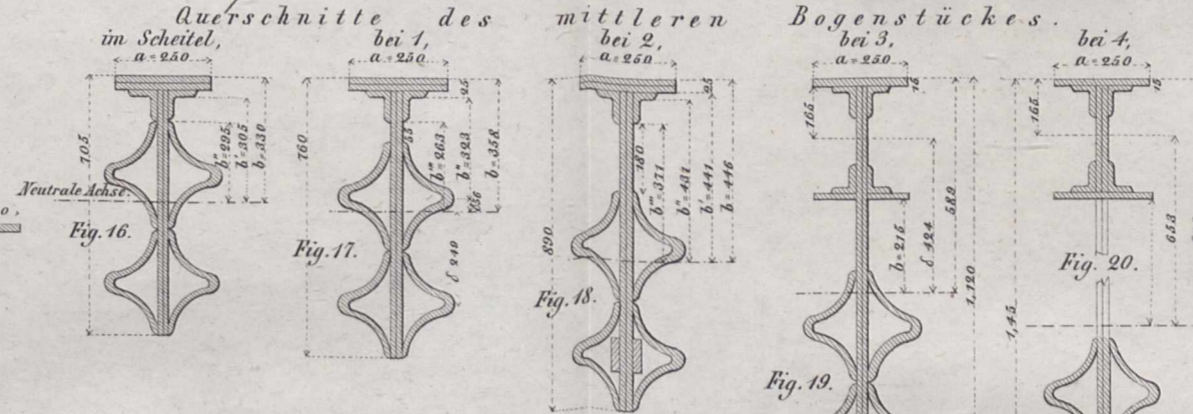
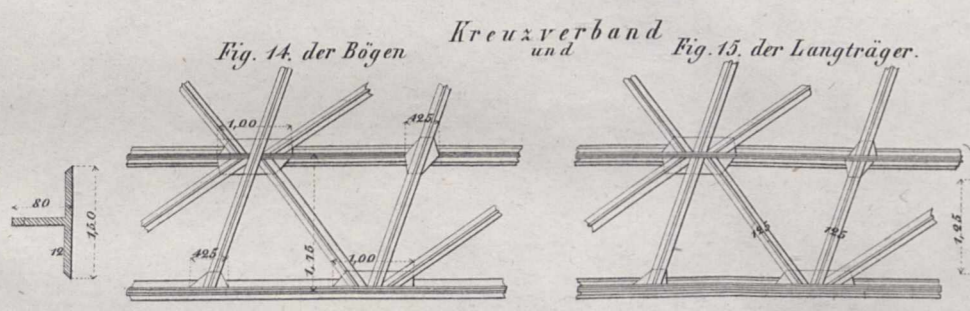
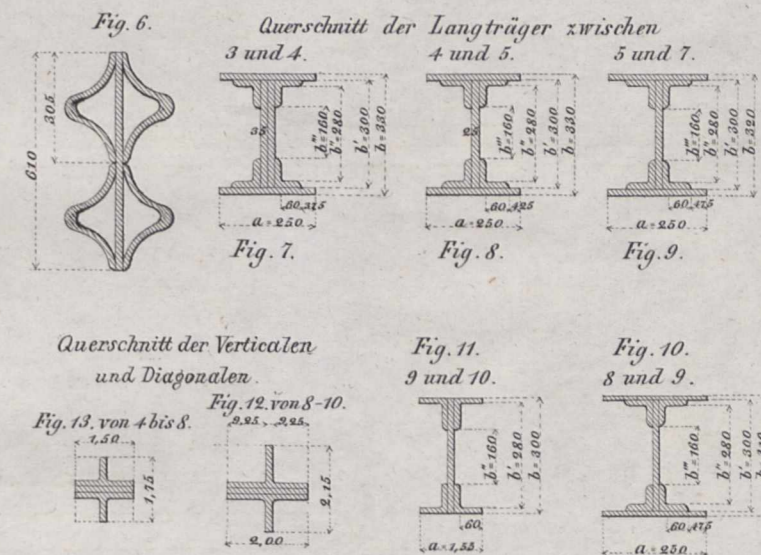
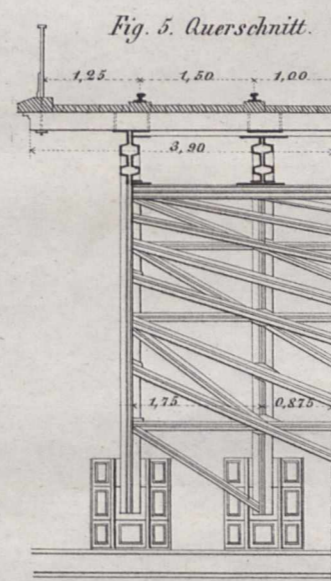
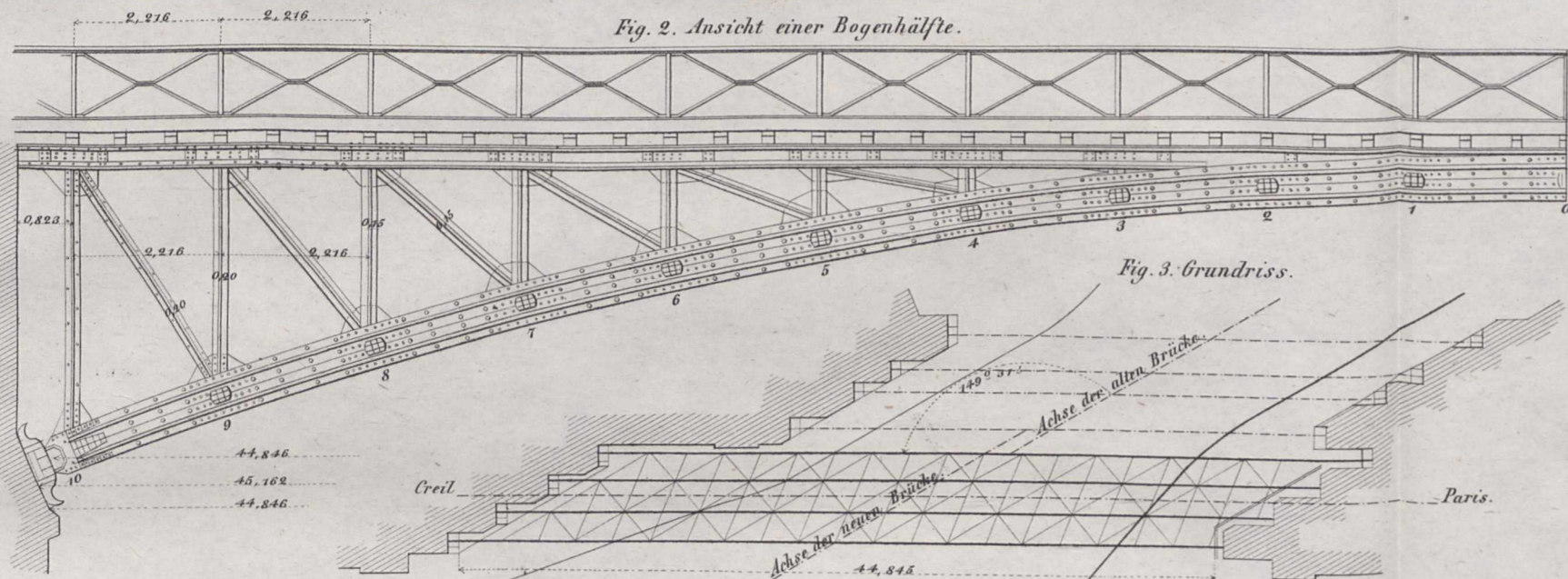
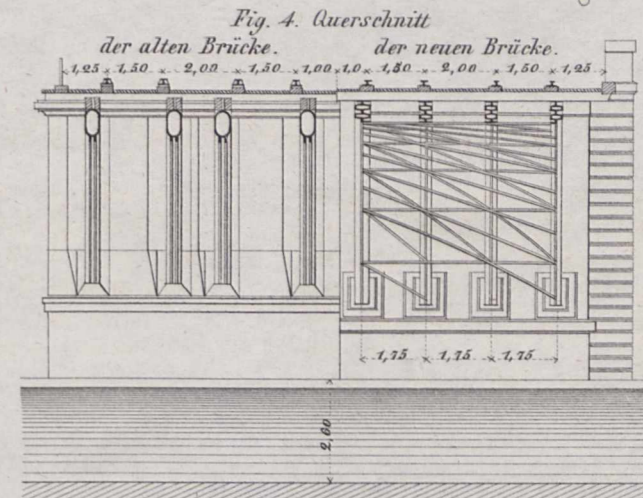
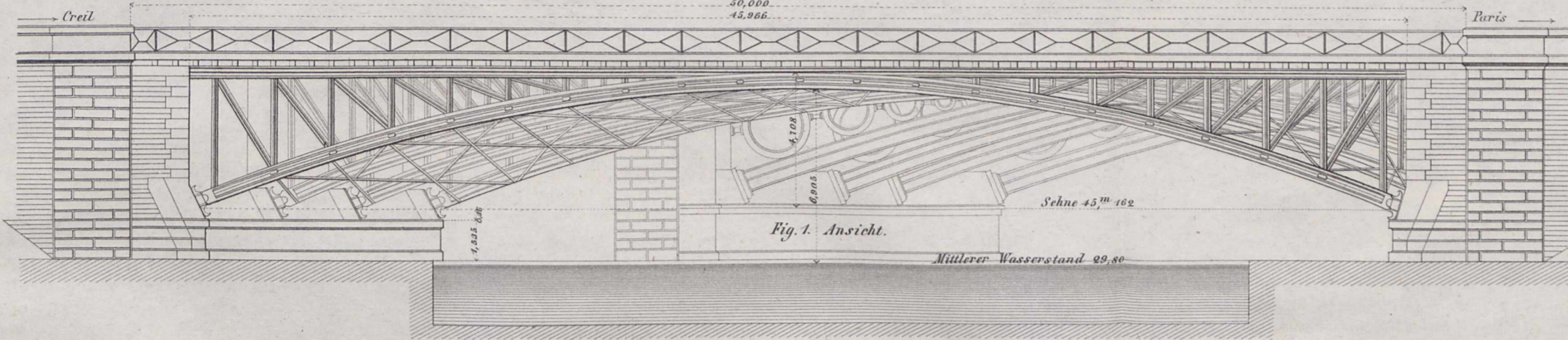
$$x' = \frac{2f p}{P + p} \text{ und } X' = \frac{2f P}{P + p},$$

wodurch die Richtung der Resultirenden F bestimmt wird.

Der Verfasser hat den Bogen vom Scheitel aus nach beiden Seiten hin in eine Anzahl Theile (zehn auf jeder Bogenhälfte) getheilt, deren horizontale Projectionen gleich groß sind; sein centraler Theil umfaßt 8 solcher Theile — vier auf



jeder Seite. Er zerlegt nun F in zwei Componenten, die eine Q in der Richtung Ag , d. h. durch den Schwerpunkt des Bogenquerschnitts im ersten Theilschnitte gehend, die andere P nach der verticalen Richtung AO . Die erstere wird den gedachten Bogenquerschnitt mit q Gewichtseinheiten pro Flächeneinheit gleichmäßig drücken, während die andere auf das erste Bogen-Element auf Biegung wirken wird. Es ist hierbei im Scheitel eine Fuge gedacht und die Annahme gemacht, als sei das übrige Bogenende bis zum ersten Element fest eingespannt. Wenn das entsprechende Gewicht dieses Elements pro laufende Einheit = p und seine Länge = L ist, so wird das Biegemoment in Bezug auf den Querschnitt durch den ersten Theilpunkt = $P L - p \frac{L^2}{2}$ sein. Die aus diesem



Maasst. 0^m005 = 1 Metr. für Fig. 1, 4, 6-13, 16-20, 31, 33 u. 34. Maasst. 0^m025 = 1 Metr. für Fig. 21 bis 30. Maasst. 0^m01 = 1 Metr. für Fig. 2, 5, 14 u. 15.

Moment resultirende Anstrengung der äußersten Faser wird sich nun zu dem vorhin gefundenen q addiren und die Summe beider die größte Inanspruchnahme des Materials im ersten Theilschnitt repräsentiren. Aehnlich wird für den zweiten, dritten und vierten, so wie für die vier Theilschnitte auf der anderen Bogenhälfte die größte Inanspruchnahme berechnet, wobei zu bemerken ist, daß die Vorzeichen von P und p auf der freien Bogenhälfte dieselben, auf der belasteten aber einander entgegengesetzt sind.

Die erste Rechnung ergibt nun, daß die Maximalanstrengungen auf beiden Seiten nicht gleich sind, und wird daraus, da dies der aufgestellten Grundbedingung nicht entspricht, geschlossen, daß der Angriffspunkt der Resultanten F nicht richtig gewählt war. Eine zweite Rechnung, bei welcher dieser Angriffspunkt von A nach A' verlegt wird, stellt bereits die Gleichheit der Maxima heraus, und der Verfasser meint, daß man selten mehr als zwei Rechnungen zu machen nöthig haben wird, um das gewünschte Resultat zu erreichen. Für den Scheitelquerschnitt ist die Berechnung dahin modificirt, daß durch den Schwerpunkt dieses Querschnitts zwei der Kraft F gleiche, parallele und untereinander entgegengesetzte Kräfte angebracht gedacht werden. Von diesen bringt die eine einen gleichmäßig vertheilten Druck hervor, die andere setzt sich mit der Resultante F zu einem Kräfte-Paar zusammen, das an dem Hebelsarme AA' auf Biegung wirkt und diesen Druck um die

aus der Biegung resultirende Anstrengung der äußersten Faser vermehrt.

Die Berechnung der an dieses so eben betrachtete mittlere Bogenstück sich anschließenden Seitentheile mit dem festen Dreieckssystem der Zwickel und den Langträgern ist nach einfachen statischen Zerlegungen der Kräfte vorgenommen. Der Angriffspunkt der Reaktionskraft R der Widerlager ist durch die Axe des Auflagerzapfens, von welchem bereits gesprochen wurde, gegeben. Dieselbe und die durch den Scheitel gehende Resultirende, deren Richtung vorhin gefunden, sind Componenten des Gewichts der betreffenden Bogenhälfte, ihre Größe und Richtung ist demnach für eine gegebene Belastung bestimmt.

R am Stützpunkt zerlegt sich in die verticale Componente R_v nach der Richtung der letzten Verticalstütze und in eine Componente R_h nach der Richtung des letzten Bogen-Elementes; R_v zerlegt sich wiederum in S nach der Richtung des Langträgers und D nach der Richtung der letzten Diagonalstrebe, an deren Fuß nun R_h und D wirken, welche wiederum in zwei andere Componenten, die eine nach der Verticalen, die andere nach der Richtung des letzten Bogen-Elementes zerfallen u. s. w.

Diese Berechnungen, so wie die für den Scheiteltheil angestellten, sind für folgende Belastungsarten ausgeführt, nämlich:

- 1) wenn der Bogen vom Ende auf $\frac{1}{4}$ seiner Länge belastet, auf $\frac{3}{4}$ aber frei ist;
- 2) wenn der Bogen vom Ende auf $\frac{1}{3}$ seiner Länge belastet, auf $\frac{2}{3}$ aber frei ist;

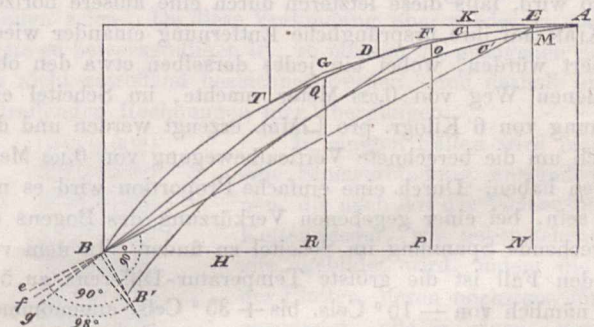
- 3) wenn der Bogen vom Ende auf $\frac{1}{2}$ seiner Länge belastet, auf $\frac{1}{2}$ aber frei ist;
- 4) wenn der Bogen vom Ende auf $\frac{3}{4}$ seiner Länge belastet, auf $\frac{1}{4}$ aber frei ist;
- 5) wenn der Bogen durchweg belastet ist.

Für den mittleren Bogentheil ist hiernach die Belastung (No. 3.), wo nur eine Hälfte des Bogens belastet wird, die ungünstigste; für die zunächst dem Widerlager befindlichen Bogen-Elemente ist es die Totalbelastung (No. 5.), für die an den mittleren Theil angrenzenden Bogenstücke aber die $\frac{3}{4}$ -Belastung (No. 4.). Die siebente, achte, neunte und zehnte Verticale mit den zugehörigen Diagonalen und Langträgertheilen werden bei $\frac{1}{3}$ Belastung (No. 2.), die übrigen Verticalen nebst den betreffenden Diagonalen und Langträgerstücken jedoch bei $\frac{1}{2}$ Belastung (No. 3.) am meisten in Anspruch genommen.

Die partiellen Biegungen der Langträger zwischen zwei Verticalen, welche die directen Belastungen veranlassen, sind außerdem berücksichtigt und die daraus resultirenden Spannungen den für diese Theile ermittelten hinzugefügt. Das Gewicht eines Locomotiv-Treibrades (siehe Fig. 32) ist hierbei zu 6420 Kilogr. oder ca. 128 Centner preussisch angenommen.

Die durch den Wechsel der Temperatur in den Bögen hervorgerufenen Wirkungen sind auf elementarem Wege zu berechnen gesucht. Es ist hierbei der Bogen als im Scheitel eingespannt und an dem Ende von einer horizontalen Kraft ergriffen gedacht, die so groß ist, daß sie eine gewisse Maximalspannung z. B. von 6 Kilogr. pro \square Mm. im Scheitelquerschnitt hervorbringt.

Da der Bogenquerschnitt und mit ihm auch das Widerstandsmoment variabel ist, so wird der Weg, den das Bogenende in Folge der Biegung machen würde, dadurch annähernd gefunden, daß der Bogen in n Theile, deren Projectionen gleich sind, getheilt ist, und nun angenommen wird, als fände die Biegung der einzelnen Theile nicht gleichzeitig, sondern



nach einander statt. Sind nämlich AC, CD, DT etc. diese Theile, so wird, da dieselben als kleine Parabelbögen betrachtet werden können, eine Tangente z. B. in C die Horizontalprojection des Bogenstücks AC, AK in E halbiren. Dies wird auch noch annähernd stattfinden, wenn in Folge der Biegung das erste Bogen-Element von C nach C' gerückt ist. Denkt man nun dies erste Element als biegsam, den übrigen Theil der Bogenhälfte aber als unbiegsam, so wird in Folge der Bewegung des Punktes C nach C' das Bogenende B nach B' rücken, und da der Punkt E für beide Lagen der Curve derselbe geblieben ist, so wird man sich vorstellen können, als sei BB' der Bogen eines Kreises, dessen Radius BE und dessen Mittelpunkt E ist. Die Richtung BB' wird demnach senkrecht auf BE stehen, und aus der Proportion $BE:BB' = CE:CC'$ ergibt sich der Werth von BB' . In gleicher Weise wird für den folgenden und die übrigen Bogentheile die Veränderung der Lage des Bogenendes bestimmt, so daß

schliesslich die Summe dieser Veränderungen der ganzen Bewegung des Bogenendes entspricht. Zur Bestimmung der partiellen Pfeile CC' , DD' etc. dienen nun die Betrachtungen, dass dieselben den Maximalspannungen in den betreffenden Elementen proportional sind; diese Maximalspannungen verhalten sich aber direct wie die Biegunsmomente, und indirect wie die Widerstandsmomente, so dass demnach die partiellen Pfeile sich durch den Pfeil des ersten Elementes ausdrücken lassen. Es sind hierbei die mittleren Widerstandsmomente eines jeden Bogen-Elementes in Rechnung gestellt, indem zur Vermeidung verwickelter Rechnungen augenommen ist, dass jedes Element durchweg von gleichem Querschnitte, dem Mittel zwischen den jedesmaligen Begrenzungsschnitten, sei. Der partielle Pfeil des ersten Bogentheils ist wie der Biegunspfeil eines geraden, an einem Ende eingespannten und unter dem Einflusse einer verticalen Kraft stehenden Balkens von einem Querschnitt gleich dem Scheitelquerschnitt, jedoch mit der Modification berechnet, dass die Annahme gemacht ist, die Maximalspannung der äussersten Faser sei in jedem Punkte der Länge des Bogentheils dieselbe. Hiernach fällt dieser Pfeil etwas grösser aus. Die Bewegung des Bogenendes ist nunmehr graphisch dargestellt, und ermittelt, dass in dem vorliegenden Falle, unter der bereits vorhin erwähnten Annahme einer Maximalanstrengung im Scheitelquerschnitt von 6 Kilogrammen pro \square Mm., die verticale Bewegung des Bogenendes = 0,103 Meter, die horizontale = 0,028 Meter betragen würde.

Da die Widerlager unverrückbar sind, so wird in Wirklichkeit eine solche Bewegung nicht eintreten, vielmehr wird sich der Scheitel heben resp. senken. Dieser Vorgang ist von dem vorhin berechneten aber nicht verschieden. Denn angenommen, dass eine gewisse Temperaturerhöhung dem Bogen eine grössere Ausdehnung gegeben hätte, der derselbe nach allen Seiten ungehindert hätte folgen können, indem die Widerlager um das entsprechende Maass auseinander gerückt wären, so wird, falls diese letzteren durch eine äussere horizontale Kraft auf ihre ursprüngliche Entfernung einander wieder genähert würden, wobei ein jedes derselben etwa den oben gefundenen Weg von 0,028 Meter machte, im Scheitel eine Spannung von 6 Kilogr. pro \square Mm. erzeugt werden und dieser sich um die berechnete Verticalbewegung von 0,103 Meter gehoben haben. Durch eine einfache Proportion wird es nun leicht sein, bei einer gegebenen Verkürzung des Bogens die entsprechende Spannung im Scheitel zu finden. In dem vorliegenden Fall ist die grösste Temperatur-Differenz zu 50° Cels., nämlich von -15° Cels. bis +35° Cels. angenommen, und vorausgesetzt, dass die Aufstellung der Brücke bei einer mittleren Temperatur erfolgt sei. Es wird demnach nur ein Temperaturwechsel von 25° Cels. im Maximum auf die Veränderung der Bogenform von Einfluss sein.

Der Ausdehnungs-Coefficient des Schmiedeeisens ist pro Grad Cels. = $\frac{1}{84600}$, mithin beträgt die Verlängerung des halben Bogens in Richtung seiner Sehne bei 25° Temperaturunterschied = $\frac{25}{84600} \cdot 22,5 = 0,00664$ Meter.

Die horizontale Kraft, welche eine Spannung von 6 Kilogramm pro \square Mm. im Scheitel erzeugt, würde eine horizontale Bewegung des Bogenendes, wie oben gefunden wurde, um 0,028 Meter verursachen, daher wird sich verhalten

$$0,028 : 0,00664 = 6 \text{ Kilogr.} : X,$$

und daraus ergibt sich X , die im Scheitel durch den Temperaturunterschied von 25° erzeugte Spannung = $\frac{0,00664 \cdot 6}{0,028} = 1,42$ Kilogr. pro \square Mm. = 1942 μ pro \square Zoll rheinl.

Aus der Proportion $0,028 : 0,103 = 0,00664 : y$ ist ferner die Veränderung der Pfeilhöhe $y = \frac{0,00664 \cdot 0,103}{0,028} = 0,0244$ Meter oder 0,93 Zoll rheinl. berechnet worden.

Da die in Folge der Temperaturveränderung entstehenden Spannungen in den übrigen Bogenquerschnitten sich zu einander direct wie die Biegunsmomente oder, weil die biegender Kraft dieselbe ist, wie die Ordinaten, und indirect wie die Widerstandsmomente verhalten, so sind diese Spannungen dadurch berechnet worden, dass die im Scheitel gefundene Maximalspannung mit dem jedesmaligen Verhältniss der Widerstandsmomente und dem umgekehrten Verhältniss der betreffenden Ordinaten multiplicirt ist, oder es wird gefunden

$$X' = \frac{y'}{y} \cdot \frac{J}{J'} \cdot 1,42 \text{ (Kilogr.)},$$

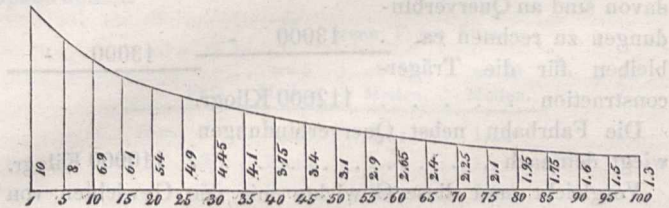
wo y und $\frac{J}{v}$ die Ordinate und das Widerstandsmoment im Scheitel, y' und $\frac{J'}{v}$ Ordinate und Widerstandsmoment für die übrigen Querschnitte nach einander bezeichnen.

Diese nicht unbedeutenden Spannungen treten zu den durch die Belastung der Bögen hervorgerufenen, und vermehren dieselben erheblich. Im Scheitel beträgt z. B. die grösste durch die Belastung erzeugte Pressung 3,0 Kilogr. pro \square Mm. Dieselbe wird durch Temperatur-Einflüsse um 1,42 Kilogr., also um 47,3 pCt. erhöht; im zweiten Bogentheile, von der Mitte aus gerechnet, findet eine Maximalpressung in Folge der Belastung des Bogens von 5,31 Kilogr. statt, welche durch den Temperaturwechsel auf 6,42 Kilogr. gesteigert werden kann, u. s. w.

Der Verfasser giebt nun ganz richtig den Weg an, auf welchem diese nachtheiligen Spannungen zu beseitigen sind, indem er darauf hinweist, dass eine ähnliche Anordnung im Scheitel, wie er sie an den Auflagern beliebt hat, den beiden Bogenhälften freien Spielraum gewähren würde, um den Einwirkungen der verschiedenen Temperaturen ungehindert folgen zu können. Kurz, die Unterbrechung der Continuität des Bogens im Scheitel mit Anordnung einer charnierartigen Verbindung beider Bogenhälften wird von ihm zur Erwägung bei Ausarbeitung ähnlicher Projecte empfohlen. Wenn von einer solchen Construction bei der Brücke über den Canal St. Denis Abstand genommen ist, so wird deren sehr schiefe Lage, die im Falle der Herstellung einer Scheitelfuge keine bequeme Querverbindung der einzelnen Bögen gestattet hätte, als Grund hierfür hauptsächlich hervorgehoben. Die Einführung eines solchen Charniers hat ausserdem noch den grossen Vortheil, dass die Unsicherheit der Rechnung hierdurch vollends beseitigt wird, indem der Angriffspunkt der Resultirenden im Scheitel nun nicht mehr zweifelhaft, sondern bestimmt gegeben ist. Wo demnach die örtliche Lage einer Brücke nicht ähnliche Bedenken, wie im vorliegenden Falle, hervorruft, da wird die Construction von Bögen mit charnierartiger Verbindung im Scheitel an ihrer Stelle sein, weil dieselben wegen Wegfall der Spannungsvermehrung durch Temperatur-Einflüsse leichter, also billiger werden können, andererseits, weil die einzelnen Constructionstheile sich weit genauer als bei continüirlichen Bögen berechnen lassen, und dadurch gleichfalls eine Material-Ersparniss erzielt werden kann.

Figur 33 giebt eine Skizze von der Anordnung des Kreuzverbandes der Langträger gegen seitliche Verbiegungen. Derselbe ist in der Mitte unterbrochen, weil diesen Theil der obere Kreuzverband der Bogen-Construction einnimmt. Fig. 34

zeigt die Anordnung der beiden horizontalen Querverbindungen der Bögen, und zwar sowohl des in der unteren, als auch des in der oberen Leibungsfläche liegenden Systems. Nach den Versuchen über die rückwirkende Festigkeit des Eisens darf die Länge eines Eisenstabes von rechteckigem Querschnitt das Fünfzehn- bis Sechszehnfache der kleineren Seite des Querschnitts nicht überschreiten, wenn derselbe einer in Richtung seiner Längsaxe wirkenden Kraft, die eine Pressung von 6 Kilogr. pro \square Mm. erzeugt, mit derselben Sicherheit, wie ein Eisenwürfel einer Pressung von 10 Kilogr. pro Mm. Widerstand leisten soll.



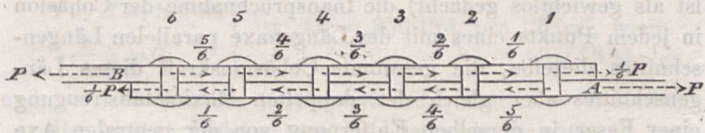
Vorstehend ist eine Tabelle graphisch dargestellt, in der die horizontalen Zahlen das Verhältniß der Längen zur kleinsten Querschnittsseite, die verticalen Zahlen die größte zulässige Anstrengung pro \square Mm. in Kilogrammen ausdrücken. Die vier in Rede stehenden Bögen, welche mit einer Maximalanstrengung von ca. 6 Kilogr. pro \square Mm. gepreßt werden, müssen demnach, da das Verhältniß ihrer Länge zur kleinsten Querschnittsdimension erheblich größer als 16 ist, durch die horizontalen Kreuzverbände zu einem steifen Systeme fest verbunden werden, damit sie einzeln nicht seitlich ausbiegen können. Wenn der Verfasser aber versucht, das Bestreben der Bögen zum seitlichen Ausbiegen zu berechnen, indem er dasselbe durch eine in der Mitte der Construction wirkende horizontale Kraft ausdrückt und schließlichi hiernach sowohl die Stärke der einzelnen Kreuzbänder, als auch die Spannungen berechnet, welche in Folge der Zerlegung der Kräfte von diesen Diagonalbändern auf die Bögen übertragen werden, wodurch diese letzteren demnach aufser ihrer Inanspruchnahme durch Belastung und Temperatur-Einflüsse noch Spannungen, aus diesen transversalen Kräften resultirend, zu erleiden haben sollen, so wird man von dieser Rechnung um so mehr absehen können, als dabei die in der That auf seitliche Biegung des Systems wirkende äußere Kraft, nämlich der Winddruck, ganz aufser Acht gelassen ist.

Damit die zwischen den Angriffspunkten der Diagonalbänder liegenden Bogentheile in unverrückbarem Abstände zu einander gehalten werden, sind noch besondere Querverbindungen angeordnet, welche die Mitte eines Bogentheils jedesmal mit dem gegenüberliegenden Kreuzungspunkte der Diagonalen verbinden.

Einige Bemerkungen über Nietverbindungen, die in dem Aufsätze vorkommen, verdienen noch kurz erwähnt zu werden, wenn auch schließlichi die Entfernung und Stärke der Niete nicht streng nach den entwickelten Grundsätzen und Rechnungen, sondern nach Erfahrungsregeln festgesetzt ist.

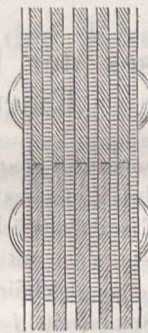
Diese Betrachtungen über Nietverbindungen sind unter der Annahme angestellt, daß die Niete, deren Durchmesser gleich der doppelten Blechstärke gesetzt wird, auf Abscheeren, nicht aber vermöge der Reibung Widerstand leisten. Es wird für Stofsverbindungen, die auf Zug zu widerstehen haben, gefunden, daß ein Stofs mit einfacher Ueberdeckung der beiden zu verbindenden Platten und einer Nietreihe 60 pCt., ein solcher Stofs mit zwei Nietreihen 75 pCt. unversehrte Querschnittsfläche übrig läßt, daß ferner, wenn die Bleche in einer Ebene liegen und Decklaschen angebracht sind, bei einer Nietreihe auf jeder Seite 75 pCt., bei zwei Nietreihen

aber 87 pCt. von der ganzen Querschnittsfläche der Platte unverletzt bleiben, so daß von diesen vier Arten der Stofsverbindung die letztere die vortheilhafteste ist. Sind mehr als zwei Nietreihen hinter einander angeordnet, so ist die Vertheilung der Arbeit auf jede einzelne Reihe nicht mehr zu bestimmen, am allerwenigsten kann man, wenn die betreffenden Stücke denselben Querschnitt beibehalten, auf eine gleichmäßige Vertheilung des Widerstandes rechnen. Denn wären



z. B. in dem vorstehenden Stofs sechs Nietreihen hinter einander angeordnet und bedeutet P die Zugkraft, der die Stofsverbindung ausgesetzt wird, so würde, wollte man annehmen, daß jeder Niet $\frac{1}{6}$ der Kraft P übertragen soll, auf das Blechstück zwischen Niete 6 und 5 in Platte A die Kraft $\frac{1}{6} P$, auf das Stück zwischen 5 und 4 die Kraft $\frac{2}{6} P$, zwischen 4 und 3 $= \frac{3}{6} P$, zwischen 3 und 2 $= \frac{4}{6} P$ und zwischen 2 und 1 $= \frac{5}{6} P$, in der Platte B aber umgekehrt $\frac{5}{6}$, $\frac{4}{6}$, $\frac{3}{6}$, $\frac{2}{6}$ und $\frac{1}{6} P$ auf Ausdehnung wirken. Da die Querschnitte der Plattenstücke aber einander gleich sind, so werden die beiden Platten in den gleichen Intervallen sich proportional den auf sie wirkenden Kräften ausdehnen, wodurch augenscheinlich eine Ueberlastung einzelner Niete herbeigeführt wird. Man könnte nun durch passende Veränderung des Querschnittes in jedem Intervall wohl annähernd eine gleiche Belastung der Niete erzielen, in den meisten Fällen wird dies aber zu unpraktischen Constructionen führen.

Liegen mehrere Platten neben einander, so findet der Verfasser, daß wenn eine Nietreihe vorhanden ist, es schon bei vier Platten, wenn es zwei Nietreihen giebt, aber bei fünf Platten vortheilhafter ist, keine Stofsverbindung zu machen. Hierbei ist die Annahme zu Grunde gelegt, daß die Bleche zwischen je zwei Stößen innig mit einander verbunden seien. Da diese Verbindung aber wiederum nur durch Niete zu bewerkstelligen ist, so müssen die gezogenen Schlüsse als nicht zutreffend bezeichnet werden, und deshalb sind die betreffenden Rechnungen hier übergangen.



In einigen Fällen wird man auch eine Stofsverbindung anwenden können, die nach Art der Vaucanson'schen Kettenglieder, wie nebenstehend skizziert, gebildet wird, indem die Stöße der Platten, deren höchstens fünf vorausgesetzt, alle in einen Querschnitt gelegt werden. Zwischen den Platten und an deren äußeren Seiten angebrachte Laschen stellen die Verbindung her. Der widerstehende Querschnitt beträgt hierbei 75 pCt. vom Gesamtquerschnitt der Platten. Wenn es sich darum handelt, mehrere Platten zu einem Ganzen zu verbinden, welches Pressungen in Richtung seiner Länge ausgesetzt ist, so ist es nöthig, die Entfernung der Niete danach zu bestimmen, daß keine der Platten bei der ihr zugemutheten Anstrengung zwischen zwei Nietungen ausbiegen kann. Dies wird mit Hülfe der Tabelle über die rückwirkende Festigkeit leicht sein. In der Regel ergibt eine derartige Rechnung aber eine größere Niettheilung, als man gewöhnlich macht, auch ist die Berechnung der Stärke solcher Niete unzuverlässig. Beides bestimmt man daher in diesen Fällen nach Erfahrungsregeln, wie dies auch bei den Nieten der Bögen der Brücke über den Canal St.

Denis geschehen ist, wo die Rechnung eine Niet-Entfernung von 2,31 Meter ergibt, während die Nietung in 0,4 Meter Zwischenraum ausgeführt ist. Zur Berechnung derjenigen Niete, welche zur Verbindung der Gurtungsplatten mit der Verticalplatte eines Iförmigen Querschnitts dienen sollen, ist zunächst nachgewiesen, daß bei einem auf zwei Stützpunkten frei aufliegenden Balken, der durch ein in der Mitte seiner Länge angebrachtes Gewicht gebogen wird (der Balken selbst ist als gewichtlos gedacht) die Inanspruchnahme der Cohäsion in jedem Punkte eines mit der Längsaxe parallelen Längenschnittes dieselbe, die gesammte Cohäsionskraft dieses Längenschnittes aber gleich der doppelten Maximalanstrengung einer Faser in derselben Entfernung von der neutralen Axe ist. Bezeichnet in diesem Falle, wo ein Iförmiger Querschnitt vorausgesetzt wird, e die Stärke der Verticalplatte da, wo sie sich mit der Gurtung verbindet, und ist l die Länge des Balkens, während S den Querschnitt der Gurtung bedeutet, so ist le annähernd $= 2S$. Hieraus sind nun folgende Regeln zur Bestimmung der Anzahl, Stärke etc. der Niete in derartigen Verbindungen abgeleitet, wenn der Tförmige Querschnitt durch Horizontalplatte, Verticalplatte und zwei Winkeleisen hergestellt ist:

- 1) Der Totalquerschnitt sämtlicher Niete, welche Horizontalplatte und Winkeleisen verbinden, soll gleich dem doppelten Querschnitt dieser Platte (nach Abzug der Nietlöcher) betragen (einschnittige Niete);
- 2) der Totalquerschnitt sämtlicher Verbindungsniete zwischen Winkeleisen und Verticalplatte soll gleich dem Netto-Querschnitt der Horizontalplatte nebst Winkeleisen sein (doppelschnittige Niete).

Nach diesen Regeln sind die Niete der Langträger im vorliegenden Beispiele berechnet.

Die Brücke über den Canal St. Denis ist seit dem Jahre 1858 dem Verkehre übergeben und hat ohne irgend welche bleibende Formveränderung die vorgeschriebenen Probelastungen ausgehalten. Die größte zufällige Belastung ist zu 4000 Kilogr. pro laufenden Meter eines Geleises oder zu 2518 Pfd. pro laufenden Fuß eines Geleises angenommen, die Maximalanstrengung des Eisens beträgt hierbei mit Berücksichtigung

der Temperatureinflüsse $= 6,42$ Kilogr. pro \square Mm. oder 8782 Pfd. pro \square Zoll. Die größte Senkung der Brücke beim Passiren der Züge ist zwischen 0,01 und 0,013 Meter oder zwischen 4,6 und 6 Linien rheinl. beobachtet worden.

Das Gesamtgewicht des Ueberbaues ist folgendes:

Die eichene Holzconstruction der Fahrbahn	45000 Kilogr.
die Schienen etc. (für zwei Geleise)	6875 -
die Kiesschüttung	45125 -
	<hr/>
	97000 Kilogr.

Das sämtliche Eisen in der Brücke mit Ausnahme der Auflagerplatten 125000 Kilogr.;

davon sind an Querverbindungen zu rechnen ca.	13000 -	13000 -
bleiben für die Trägerconstruction		<hr/>
	112000 Kilogr.	

Die Fahrbahn nebst Querverbindungen wiegt demnach 110000 Kilogr.

Vergleicht man diese Gewichte mit den Gewichten von Gitterbrücken, so fällt der Vergleich sehr zu Gunsten der Bogenconstruction aus. Das Gewicht der Gitterbrücken und zwar für ein Geleise drückt sich pro laufenden Fuß durch die Formel $p = a + bl$ aus, worin a das Gewicht der Fahrbahn, Querträger, Schwellenträger und des Kreuzverbandes zwischen 380 und 775 Pfd. beträgt, während b bei leichter und zweckmäßig arrangirter Construction $= 8$, bei schweren Constructionen aber $= 10$, im Mittel 9 ist. Demnach ist für Gitterbrücken

$$p = 380 + 9l$$

$$\text{oder } 775 + 9l.$$

Für ein Geleise wiegt die Brückenbahn und die Querverbindungen der Brücke über den Canal St. Denis

110000 Pfund,
die Bögen und Langträger etc. aber 112000 -
dies macht bei einer Länge von rot. 144 Fuß rheinl.:

$$\text{für } a = 764,$$

$$- b = 5,4l, \text{ also}$$

$$- p = 764 + 5,4l.$$

Die Kosten des Ueberbaues für beide Geleise haben pro laufenden Meter noch nicht 2000 Francs oder pro laufenden Fuß noch nicht 168 Thlr. betragen.

Berechnung des Einflusses der bewegten Lasten auf die Einbiegung der Eisenbahnbrücken.

M. Renaudot veröffentlicht in den *Annales des ponts et chaussées* 1861 sub No. 8 eine Berechnung des Einflusses der bewegten Lasten auf die Einbiegung der Eisenbahnbrücken, und kommt dabei zu Resultaten, die im Wesentlichen mit den Erfahrungen übereinstimmen. Ist die Last eine gleichförmig vertheilte P pro lfd. Fuß, welche bei der Spannweite l eine Durchbiegung F_s im Zustande der Ruhe hervorbringt, so ergibt sich die Durchbiegung F_d durch die bewegte Last aus der Formel:

$$\frac{F_d}{F_s} = 1 + \frac{1}{6} \cdot \frac{PV^2 l^2}{Mg},$$

worin V die Geschwindigkeit pro Secunde und M das Elasticitätsmoment (Elasticitätsmodul mal Trägheitsmoment des Querschnitts) der Brücke bezeichnet, während g die Beschleunigung der Schwerkraft ist. Dasselbe Verhältniß haben die Spannungen der äußersten Faser des Materials während der Ruhe und Bewegung, so daß, wenn diese mit T_s und T_d bezeichnet werden, man $\frac{F_d}{F_s} = \frac{T_d}{T_s}$ hat. — Bezeichnet man mit J das Trägheitsmoment und mit H die Höhe des Querschnitts

des Brückenträgers, so ist

$$k \frac{J \cdot 2}{H} = (p + P) \frac{l^2}{8}$$

die Formel, welche der Berechnung des Querschnitts zu Grunde gelegt wird, in welcher p das Eigengewicht pro lfd. Fuß und k die Anstrengung des Materials pro \square Zoll ist. Aus dieser Formel ergibt sich $M = EJ = \frac{E(p+P)l^2 H}{16 \cdot k}$, und ist demnach, wenn $g = 32$ Fuß gesetzt wird,

$$\frac{F_d}{F_s} = \frac{T_d}{T_s} = 1 + \frac{V^2}{12H \cdot E} \cdot \frac{k}{p+P}.$$

Unter F ist hier die Einbiegung der Mitte verstanden, welche dem Eigengewicht und der Belastung $p + P$ pro lfd. Fuß entspricht. Die Messungen beziehen sich gewöhnlich nur auf die Durchbiegung f , welche der Belastung allein entspricht, und ist $f_s = F_s \frac{P}{p+P}$; $f_d = F_d - F_s + f_s$.

Das Verhältniß der zu messenden statischen und dynamischen Einbiegung ist demnach:

$$\frac{f_d}{f_s} = 1 + \frac{V^2 k}{12H \cdot E}.$$

Die Maximalgeschwindigkeit V kann man 100 Fuſs pro Secunde oder 15 Meilen pro Stunde annehmen. Die mittlere Anstrengung des Materials k ist 7000 bis 8000 Pfd. (conf. den Aufsatz über die Prüfung der Tragfähigkeit eiserner Brücken, Zeitschr. für Bauw. 1862 Heft I.), daher im Mittel $\frac{k}{E} = \frac{1}{35000}$. Dies eingesetzt, reducirt die Formel auf

$$\frac{f_a}{f_s} = 1 + \frac{1}{4,2 H}$$

Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht über diese Verhältnisse bei Brücken verschiedener Höhen und beliebiger Spannweiten:

Fuſs	$\frac{f_a}{f_s}$, wenn V pro Stunde		
	= 5 Meilen.	= 10 Meilen.	= 15 Meilen.
$H = 1$	1,027	1,11	1,24
2	1,013	1,05	1,12
3	1,009	1,04	1,08
4	1,007	1,03	1,06
5	1,006	1,02	1,05
10	1,003	1,01	1,024
20	1,001	1,004	1,012

Man sieht hieraus, das die Zunahmen der Einbiegung bei groſsen Brücken fast verschwinden. Die wirkliche statische Einbiegung ist nach dem oben citirten Aufsatz

$$f_s = \frac{P \cdot l}{p + P \cdot m}$$

worin m bei kleinen Brücken = 15, bei groſsen = 10 zu setzen ist, wenn f_s in Linien gemessen werden soll. Der aus der Bewegung resultirende Zuwachs der Einbiegung in Linien ist demnach:

$$f_a - f_s = \frac{P \cdot l}{p + P \cdot m \cdot 4,2 H} \text{ Linien;}$$

für $\frac{l}{H} = 10$, $m = 10$, $\frac{P}{p + P} = \frac{1}{2}$ erhält man für groſse Brücken diesen Zuwachs:

$$f_a - f_s = \frac{1}{8} \text{ Linie, wenn } V = 15 \text{ Meilen,}$$

$$\frac{1}{7,2} \text{ Linie, wenn } V = 5 \text{ Meilen.}$$

Notiz, betreffend die Tragfähigkeit der Eisen-Constructionen.

Um zu untersuchen, ob das Eisen durch eine wiederholte Belastung innerhalb der Elasticitätsgrenze und bis nahe an dieselbe allmählig schwächer wird und schließlich dem Bruch entgegenggeht, hat der englische Ingenieur Fairbairn in den Jahren 1860 und 1861 mit einem 20 Fuſs weit freiliegenden Blechbalken Versuche angestellt und im *Civil engineer and architects Journal* pro 1860 Seite 257 und 1861 Seite 329 mitgetheilt. Der genannte Blechbalken wurde in seiner Mitte durch Hebel so weit belastet, das die untere Gurtung eine Spannung des Nettoquerschnitts von 10000 Pfd. pro \square Zoll erhielt. Die Belastung wurde durch eine Krummzapfenbewegung, die von der Achse eines Wasserrades ausging, periodisch abgehoben und niedergelassen, und bei jedem Niederlassen ein Wechsel der Belastung notirt.

Nach 596700 Wechseln dieser Belastung war der Blechbalken noch vollkommen unbeschädigt und elastisch. Mit einer weitem Belastung, welche die untere Gurtung auf 13000 Pfd. pro \square Zoll anspannte, wurden 403210 Wechsel vorgenommen, und zeigte sich ebenfalls keine bleibende Einbiegung oder irgend eine Verletzung. Nachdem nun die Be-

Für kleine Brücken ist $\frac{l}{H} = 8$ im Mittel, $m = 15$, $\frac{P}{p + P} = \frac{1}{2}$, demnach

$$f_a - f_s = \frac{1}{8} \text{ Linie, wenn } V = 15 \text{ Meilen,}$$

$$\frac{1}{8,1} \text{ Linie, wenn } V = 5 \text{ Meilen.}$$

Die Zunahme der Anstrengung des Materials ist:

$$\frac{T_a - T_s}{T_s} k = \Delta k = 10000 \cdot \frac{P}{(p + P) 4,2 H}$$

Für $H = 5$ Fuſs } ist $\Delta k = 350$ Pfd. pro \square Zoll, wenn $V = 15$ Meilen,
 $\frac{P}{p + P} = \frac{1}{2}$ }
 und $\frac{1}{5}$ dieses Werthes = circa 40 Pfd., wenn $V = 5$ Meilen.

Bei kleinen Brücken, wo die Last nicht gleichförmig vertheilt ist, sondern etwa in der Mitte wirkt, soll der Werth von Δk doppelt so gros sein, als bei gleichförmig vertheilter Last.

Man wird demnach als Grenzwert für $H = 1$, $\frac{P}{p + P} = 1$ erhalten $\Delta k = 10000 \cdot \frac{2}{4,2} = 5000$ Pfd., wenn $V = 15$ Meilen pro Stunde, und $\frac{5000}{9} = 555$ Pfd., wenn $V = 5$ Meilen pro Stunde ist.

Da man nun bei Eisenbahnbrücken Träger unter 1 Fuſs Höhe nicht verwendet, so kann der Einfluſs der Bewegung der Lasten unberücksichtigt bleiben.

Für die Bewegung der Eisenbahnfahrzeuge und der Locomotiven über die Schienen können obige Grundsätze nicht vollständig zur Anwendung kommen, da die Aufhängung der Lasten in Federn die der Berechnung zu Grunde gelegten Bewegungen modificirt. Für nicht in Federn hängende Lasten würde nach obiger Formel die Anspannung der äußersten Faser bei Eisenbahnschienen von 5 Zoll Höhe während der Bewegung der Last mit 15 Meilen Geschwindigkeit pro Stunde etwa das 2fache, bei einer Geschwindigkeit von 5 Meilen nur das $\frac{2}{3}$ fache der Anstrengung bei ruhender Last sein. Im Allgemeinen kann man daraus schließeln, das die hohen Schienenprofile bei groſsen Geschwindigkeiten der Züge weniger leiden als die niedrigen. W. S.

lastung bis auf 18347 Pfd. pro \square Zoll vermehrt worden, brach die untere Gurtung quer durch die Nietlöcher, nachdem 5175 Wechsel vorüber waren, ohne das stärkere Einbiegungen als die elastischen eintraten. Hiernach wurde die untere Gurtung durch Deckplatten reparirt, so das der ursprüngliche Querschnitt wieder hergestellt war, und wurden zunächst 158 Wechsel mit einer Belastung vorgenommen, die den \square Zoll der untern Gurtung mit 18347 Pfd. pro \square Zoll anspannte.

Die Last wurde hiernach auf 16000 Pfd. per \square Zoll reducirt und 25900 mal gehoben und gesenkt. Da noch immer keine Aenderung der Elasticität des Balkens zu bemerken war, so wurde die Belastung auf 13000 Pfd. pro \square Zoll ermäßigt und 2727754 Wechsel während 10 Monate unterworfen, wobei die elastische Einbiegung gleich der des neuen Balkens sich herstellte, und der Balken unversehrt geblieben war.

Man kann aus diesen Versuchen schließeln, das die bei uns übliche Anstrengung des Eisens mit 10000 Pfd. pro \square Zoll im Zustande der ruhenden Last auch gegen die Einwirkungen der Bewegung dieser Last, wie sie bei Eisenbahnbrücken vorkommt, vollständige Sicherheit gewährt. W. S.

Die Eisenbahn-Tunnel Frankreichs.

(Mit Zeichnungen auf Blatt J und K im Text.)

Am Schlufs des Jahres 1856 waren in Frankreich für Eisenbahn-Anlagen 228 Tunnel mit einer Gesamtlänge von 106025 Meter namhaft zu machen, von denen 65106 Meter bereits vollendet, 22803 Meter in der Ausführung begriffen und 18116 Meter noch herzustellen waren.

Für Canalstraßen waren 23 Tunnel mit einer Länge von 39517 Meter vorhanden.

Großbritannien zählte zu dieser Zeit 121 Tunnel für Eisenbahn-Anlagen mit einer Gesamtlänge von 120355 Meter, und 48 Tunnel für Canalstraßen mit 65503 Meter Länge.

In Oesterreich incl. Lombardei waren 51 Tunnel mit 13522 Meter Länge, in Preußen und dem übrigen Deutschland 44 Tunnel mit 17344 Meter Länge hergestellt.

In Belgien war der Tunnel bei Charleroi mit einer Länge von 1288 Meter für die dortige Canal-Anlage ausgeführt, während für die Eisenbahnen 20 Tunnel mit 4931 Meter Länge vorhanden waren.

In Sardinien fanden sich 9 Tunnel mit 10181 Meter Länge, in der Schweiz 5 Tunnel mit 3466 Meter Länge vor.

Für Amerika wird die ungefähre Anzahl der Tunnels auf 27 mit 7020 Meter Länge für Eisenbahnen, und auf 950 Meter Länge (Papaw-Bend bei Cheapseake) für eine Canalstraße angegeben. Aufser diesen Tunnel-Anlagen hat die Durchführung von Wasserleitungen, Fahrstraßen etc. mehrfache Tunnelbauten erforderlich gemacht, im Ganzen etwa 37, mit einer Längenausdehnung von 132533 Meter.

In den beigegebenen tabellarischen Uebersichten sind diejenigen Angaben über die Tunnelbauten Frankreichs enthalten, welche von besonderer Bedeutung erscheinen und den allgemeinen Einfluß erkennen lassen, welchen Terrain- und Lokalverhältnisse auf die Ausführungen ausgeübt haben.

Die Notizen sind in der Art geordnet worden, daß zunächst die Tunnel derselben Kategorie, d. h. je nachdem eine theilweise oder vollständige Ausmauerung erforderlich gewesen ist, zusammengestellt wurden, sodann wurde eine Reihenfolge beobachtet, welche sich den Kosten pro Meter Tunnelänge anschließt. Endlich sind mehrere Tunnel, welche als Einschnitte ausgeführt und demnächst überwölbt wurden, in einer dritten Zusammenstellung den eigentlichen Tunnelbauten angereiht.

Was nunmehr die Resultate betrifft, welche sich aus den Zusammenstellungen ziehen lassen, so sind die Angaben über die Zeitdauer der einzelnen Ausführungen nicht so vollständig, um genauere Durchschnittszahlen für die Leistungen des Arbeitsbetriebes bei bestimmten Gebirgsverhältnissen zu liefern. Insbesondere fehlen Angaben über die Vollendung der Richtstollen, deren Herstellung von wesentlicher Bedeutung für den Arbeitsbetrieb ist; auch constirt nichts sicheres über die auf das Abteufen der Hülfschächte verwendete Zeit, resp. läßt sich nicht genau übersehen, welchen Einfluß die durch die Schächte eingetretene Vermehrung der Angriffsstellen verursacht hat. Wenn nur diejenigen Tunnel berücksichtigt werden, welche ohne Schächte ausgeführt sind, so ergibt sich bei den durch Sandstein getriebenen Tunneln (No. 3, 4, 5, 6, 8) eine mittlere Leistung von 8,3 Meter per Monat, bei den in Mergel und Letten ausgeführten Tunneln (No. 14, 16, 17, 18, 19) eine mittlere Leistung von 16,5 Meter per Monat, und bei den in Thon und Sand hergestellten Tunneln (No. 21 und 22) eine mittlere Leistung von 11,7 Meter per Monat.

Bei Anordnung des Operationsplanes ist, mit wenigen

Ausnahmen, der Richtstollen in den oberen Theil des Profils gelegt, und in gleicher Weise fast immer mit der Herstellung des Gewölbes der Anfang der Maurerarbeiten gemacht. Von einer etwaigen Beschädigung des Gewölbes bei dem nachträglichen Unterfangen desselben ist in keinem einzigen Falle Erwähnung gethan.

Das in Deutschland mehrfach zur Anwendung gekommene System des Tunnelbetriebes: den Richtstollen in der First des Gewölbes zu eröffnen, demnächst die Erweiterung für die Gewölbe vorzunehmen, die Strossen für die Widerlager auszubrechen und dann mit der Aufmauerung der Widerlager zu beginnen, scheint bei den französischen Tunnelbauten nicht zur Ausführung gebracht zu sein. Bei einigen (No. 21, 22) hat man mit dem Durchtreiben von zwei Gallerieen für die Widerlager begonnen, deren Aufmauerung sogleich dem Aufbruche des Gebirges folgte. In einigen anderen Fällen (No. 15, 20) hat man die Herstellung des Tunnels in der üblichen Weise mit dem Gewölbe-Mauerwerk begonnen, und dann die Strossen für die Widerlager in der Art hergestellt, daß zwischen den beiden Strossen ein Kern stehen gelassen wurde.

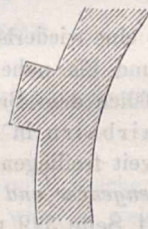
Der Richtstollen selbst wurde in einigen Fällen in so großen Dimensionen hergestellt, daß sich die Sohle des Richtstollens in der Höhe der Gewölbe-Anfänger, oder nur wenig über denselben, und die First in der Oberkante des Gewölbes befand. Bei einigen anderen Tunneln wurde der erste Durchbruch durch einen niedrigen Vorstollen bewerkstelligt, bei dem entweder die Sohle oder die First mit der eben bezeichneten Höhenlage des nachher erweiterten eigentlichen Richtstollens übereinstimmte.

Mit Ausnahme des Tunnels de la place de l'Europe (No. 27), welcher für die Anlage von 4 Geleisen eingerichtet ist, sind sämtliche Tunnel für 2 Bahngleise ausgeführt. Die Widerlager sind fast durchweg senkrecht und nur in einzelnen Fällen mit einer nach innen geneigten Fläche, um dem Drucke des Gebirges besser begegnen zu können, angelegt; dem Mauerwerk und der Hinterpackung ist eine verschiedene Stärke je nach der Gebirgsart gegeben worden. Als eine Eigenthümlichkeit mehrerer Tunnel ist anzuführen, daß eine bedeutende

Verstärkung des Mauerwerks in den Gewölbe-Anfängern vorgenommen ist. Der Grund für diese Anordnung dürfte darin liegen, daß mit der Herstellung der Gewölbe begonnen wurde, wobei es allerdings von Bedeutung war, nachtheiligen Senkungen bei dem späteren Unterfangen der Gewölbe durch eine möglichst große und solide Unterstützung und einbinden der Gewölbe-Anfänger in das Gebirge thunlichst vorzubeugen.

Bei dem Tunnel de Hardelet (No. 18) ist dem Profile die Gestalt einer mit der langen Axe horizontal liegenden Ellipse gegeben. Sohlengewölbe sind nur bei den überwölbten Einschnitten (No. 23, 24, 25) und bei einem Theile des Tunnels de Charonne (No. 10) zur Ausführung gebracht.

Um den bedeutenden Einfluß nachzuweisen, welchen die Erdarbeiten bei der Tunnel-Ausführung ausüben, bedarf es nur einer Hinweisung auf Tabelle I., aus welcher erhellt, daß diejenigen Tunnel, die in den Gesamtkosten am billigsten sind, für die Erdarbeiten den größten Theil der Totalkosten in Anspruch nehmen. Vergleicht man hierbei Col. 9 bis 15 und Col. 21, so ergibt sich, daß sich für die Kosten der



Erdarbeiten nach Procenten der Gesamtkosten eine Reihenfolge bildet, welche fast genau im umgekehrten Verhältnisse zu den Gesamtkosten der Tunnel steht. Tunnel in festem Felsen, bei denen die Erdarbeiten 50 pCt. der Gesamtkosten absorbirten, haben sich hiernach als die billigeren, Tunnel in losem Sande, bei denen die Erdarbeiten nur 10 pCt. der Totalkosten betragen haben, als die kostspieligeren ergeben. Da bei den loseren Gebirgsformationen überhaupt erst die Nothwendigkeit der Ausmauerung hervortritt, und die Dimensionen der letzteren um so mehr wachsen, je nachgiebiger die Erdmasse sich zeigt, so nimmt das im Gebirge herzustellende Profil einen um so größeren Flächeninhalt an, je loser die Gebirgsmasse ist. Die Tunnel in festerem Gestein machten (Col. 7, Tabelle III) den Ausbruch von 40 bis 65 □Meter nothwendig, während bei loseren Erdmassen diese Ausweitung sich bis auf 93 □Meter gesteigert hat. Durch diese Vermehrung der Arbeit ist eine Erhöhung der Herstellungskosten der Tunnel herbeigeführt, und diese der Vergrößerung des Profils entsprechende Steigerung der Totalkosten innerhalb jeder Kategorie bemerkbar.

Der Grund für das vorbezeichnete Verhältniß liegt vorzugsweise darin, daß die loseren und in der Gewinnung billigeren Erdmassen eine wesentliche Vermehrung der Rüstungen erforderlich machen. In dem Verhältnisse, wie die Erdarbeiten höher oder niedriger, sind die Zimmerarbeiten meistens niedriger oder höher. Abgesehen von den Kosten für Lehrgerüste, welche nach Tabelle III. nur geringeren Schwankungen unterliegen und größtentheils von der Beschleunigung abhängen, mit der die Herstellung der Tunnel betrieben wurde, nehmen die Verzimmerungen bei festem Gesteine 4 bis 7 pCt. (Col. 22, Tab. I), bei der Förderung von Sand und Thon etc. bis 39 pCt. der Gesamtkosten in Anspruch.

Die Angaben über die zur Anwendung gebrachten Verzimmerungen der Tunnel sind nur spärlich. In den meisten Fällen sind für die Absteifung der Richtstollen wie des Aufbruches der Gewölbe die Streben in fächerförmiger Anordnung aufgestellt, und scheint auf die Durchführung eines starken Längenverbandes der Rüstungen wenig Rücksicht genommen zu sein. Es dürfte hierzu übrigens nur in wenigen Fällen ein eigentliches Bedürfnis vorhanden gewesen sein, da die meisten Tunnel nur unbedeutende Wassergewältigung veranlaßt und umfangreiche Bewegungen des Gebirges nur zu den Ausnahmen gehört haben.

Wenn nicht die Auflockerung und der Druck des Gebirges eine schleunige Ausmauerung nothwendig machten, hat man vorgezogen, möglichst große Strecken vollständig auszubrechen, ehe mit den Maurerarbeiten begonnen wurde. Der Mehrverbrauch an Rüstungen ist nicht so hoch angeschlagen, als die Erleichterung des Arbeitsbetriebes, welche in dem Maße zunimmt, als der Raum für die gleichzeitige Ausführung der bergmännischen Arbeiten und der Maurerarbeiten größer wird.

Die Kosten der Maurerarbeiten stehen fast immer in directem Verhältnisse zu den Gesamtkosten, von denen ca. 40 pCt. für diese Arbeiten verwendet wurden. Es bilden hiernach, ebenso wie die Erdarbeiten incl. Rüstungen einerseits, die Maurerarbeiten den anderen Hauptfactor für die Herstellung der Tunnel.

Wenn das Vorkommen des festen Gesteines schon die Rüstungen wesentlich verminderte, so besteht ein noch bedeutender Vortheil desselben darin, daß die Maurerarbeiten einen geringeren Umfang annehmen. An vielen Stellen konnte von einer Ausmauerung des Tunnels Abstand genommen werden, oder es war dieselbe nur theilweise in den Widerlagern oder den Gewölben erforderlich. Wie aus der Tab. II, Col. 5

hervorgeht, beschränkt sich hiernach die Mauermaße bei Tunnel in festem Gesteine auf 10 Cubikmeter (No. 7.), während bei Tunnel in losem Gebirge eine Mauermaße bis 40 Cubikmeter (No. 21) auf 1 Meter Länge des Tunnels in Mauerwerk herzustellen war.

Andererseits sollte man schließen dürfen, daß auch die Kosten für dieselbe Mauermaße in dem ersten Falle dadurch geringer werden mußten, daß ein großer Theil der Steine ans den Voreinschnitten gewonnen wurde; indess wird dieser in vielen Fällen gebotene Vortheil größtentheils dadurch wieder aufgehoben, daß die Leichtigkeit in der Beschaffung besserer Materialien oft zu einer ausgedehnteren Verwendung von bearbeiteten Schnitt- und Frontsteinen Veranlassung gab, und daß eine luxuriösere Ausführung die Herstellungskosten erhöhte. Nach den Preisangaben steigerte sich nämlich der Preis für 1 Cubikmeter gewöhnlichen Mauerwerks von 8,3 Frs. (No. 3, 4, 5) bei Tunnel im festen Gesteine bis auf 21,7 Frs. im loseren Gebirge. Bringt man jedoch die Kosten für die Fronten-Schnittsteine mit in Ansatz, so ergibt sich für einen Cubikmeter durchschnittliche Mauermaße bei Tunneln in festem Gesteine ein Preis von 13 bis 23 Frs., während diese Kosten in loserem Gebirge zwischen 19 bis 27 Frs. variiren. Hiermit in Uebereinstimmung ergibt sich, daß bei den Tunneln No. 3 bis 10 incl. auf eine Gesamtlänge von 6706,6 Meter eine Mauerfläche von 112017 □Meter, mithin pro lfd. Meter Tunnel 16,7 □Meter bearbeitet worden ist, während bei den Tunneln in loserem Gebirge (No. 11, 12, 13, 16, 17, 21, 22) bei einer Totallänge von 7360,9 Meter eine Fläche von 96871 □Meter, oder 13,1 □Meter pro lfd. Meter Tunnel einer Bearbeitung der Frontsteine unterworfen worden ist.

Was übrigens die nicht unbedeutenden Schwankungen betrifft, welche sich bei den Kosten für die Beschaffung der Werksteine und das Bearbeiten der Fronten etc. vorfinden, so bedarf es nur der Bemerkung, daß dieselben zum großen Theile durch die Verschiedenheit der Längenausdehnung der Tunnel herbeigeführt worden, da die Kosten für die fast immer reichere Ausbildung der Portale bei einer Repartition auf die Länge der Tunnel eine verhältnißmäßig größere Belastung mit sich bringt.

Immerhin erscheinen die Ausgaben für die Beschaffung von Werksteinen und das Bearbeiten der Außenflächen etc. sehr bedeutend.

Eine Erwähnung dürfte noch der Umstand verdienen, daß eine Verwendung von Ziegelsteinen nur bei den Tunneln de Hardelet und du place de l'Europe II. (No. 18 und 26) vorgekommen ist.

Zu den Maurerarbeiten gehört auch die Herstellung der Canäle, um das Sammelwasser abzuführen. Dieselben sind, mit Ausnahme des Tunnels de Hardelet (No. 18), in dem ein mittlerer Canal auf dem Sohlengewölbe angelegt ist, an den Widerlagern der Tunnel dadurch hergestellt, daß das Kiesbett des Geleiseoberbaues sich gegen niedrige Futtermauern lehnt, welche mit den Widerlagern die beiden Seitenmauern der Canäle bilden.

Da nur bei wenigen Tunneln ein stärkerer Wasserzudrang stattfand, so konnte bei mehreren (No. 9, 10, 20) von einer Abdeckung der Gewölbe ganz Abstand genommen werden; bei vielen anderen konnte man sich auf die Sicherung einzelner Stellen beschränken.

Im Allgemeinen zeigte sich auch bei den französischen Tunneln, daß die Herstellung einer guten Abdeckung der Gewölbe mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Der Druck des Gebirges preßt die Hinterpackungssteine in die noch nicht feste Abdeckung und zerreißt dieselbe, so daß ein wasser-

dichter Abschluss in vielen Fällen gar nicht erreicht wurde. Wenn Cement den Vortheil der schnellen Erhärtung gewährt, so ist es andererseits sehr schwierig, eine dünne, gleichmäßige Decke mit diesem Materiale auf der sehr unebenen Gewölbe- fläche anzubringen; zudem wird die Verwendung des Cements in größeren Massen sehr teuer. Bei dem Tunnel von Chailfert (No. 22) hat man die Cementabdeckung durch eine Hinterpackung von Bruchsteinen und durch eine Faschinenlage zu sichern gesucht, bei mehreren anderen (No. 3 bis 8) hat man eine Mörtellage über dem Cement angeordnet, um hierdurch eine Vermittelung zwischen der Abdeckung und der Hinterpackung herbeizuführen.

Bei dem Tunnel von Rilly (No. 11) ist über dem Gewölbe nur eine Mörtelausgleichung ausgeführt, die jedoch das Durchsickern des Gebirgswassers nicht abhält. Günstiger machte sich die Verwendung eines mageren Mörtels (1 Theil hydraul. Kalk und 5 Theile kalkhaltigen Sandes) bei dem Tunnel von Pagny (No. 12). Der Mörtel war gleichmäßiger als Béton, und dem Zerreißen weniger ausgesetzt als Cement; die Erhärtung ging im Ganzen schnell von statten, und suchte man die Abdeckung bis zur vollständigen Herstellung und Erhärtung derselben durch kleine Brettchen, welche im Verbande über die Mörteldecke gelegt wurden, gegen das Sickerwasser zu schützen.

Bei dem Tunnel von Chizy (No. 21) wurde Anfangs eine Mörteldecke von hydraulischem Kalk und Porzellan-Erde, jedoch mit schlechtem Erfolge, angewendet; ebenso gewährte die Benutzung von getheerter Leinwand, die vielfach zerriss, nicht den erwarteten Schutz. Ein etwas besseres Resultat hat man bei einigen Tunneln (No. 16 u. 17) durch die Verwendung von Béton, welcher in einer stärkeren Lage aufgebracht wurde, erreicht. Bei einem stärkeren Wasserzudrange war jedoch diese Maafsnahme nicht genügend, und wurde bei dem Tunnel von Foug (No. 13) noch eine Abgleichung mit Ziegelsteinen, sowie bei mehreren Tunneln und überwölbten Einschnitten (No. 1, 2, 14, 15, 19, 26, 27) eine Asphaltdecke über dem Béton resp. der Mörteldecke angeordnet. Bei einem der zuletzt bezeichneten Tunnel, dem zu Montretout (No. 19), wurden in Entfernung von 4 bis 5 Meter gusseiserne Röhren in das Gewölbe eingesetzt, um das Wasser abzuführen, welches sich in Rinnen sammelte, die in der mit Rücken angelegten Abgleichung gebildet waren.

Was die Kosten der Abdeckung betrifft, so bilden dieselben keinen bedeutenden Factor der Gesamtkosten, und ist es von großem Einflusse, ob eine vollständige oder nur partielle Sicherung des Gewölbes erforderlich ist. In Bezug auf die Herstellung der Abdeckung selbst zeigen sich erhebliche Schwankungen der Kosten, je nachdem zu der Verwendung mehr oder minder kostspieliger Materialien übergegangen wurde.

Wie aus der Tabelle I. hervorgeht, sind von den 27 mitgetheilten Tunneln nur deren 8 mit Hilfe von Schacht-Anlagen ausgeführt. Bei dem Tunnel von Pagny (No. 12) und von Armentières (No. 16) sind die Schächte nur zu Versuchsarbeiten hergestellt, weshalb diese Anlagen auf den Fortgang der Arbeiten und auf die Herstellungskosten der betreffenden Tunnel nur einen indirecten und mehr untergeordneten Einflusse ausübten. Bei den Tunneln zu Belleville und Charonne (No. 9 und 10) sind die 7 Schächte jedes Tunneln, mit Ausnahme eines zu Material-Transporten benutzten Schachtes, bei dem letzteren Tunnel nur bis zum Durchbruche der Richtstollen beibehalten worden. Abgesehen von dem Umstande, daß bei diesen Bauwerken die Abteufung der Schächte sehr leicht von statten ging, da die fast gleichmäßige Tiefe sämtlicher Schächte nicht bedeutend war und das zu durchbrechende Gebirge als

mild bezeichnet wird, bleibt es immerhin interessant, daß durch die mit den Schacht-Anlagen verbundene geringe Erhöhung der Gesamtkosten, mit der frühzeitigen Beendigung des Richtstollens die Zahl der Angriffsstellen wesentlich vermehrt und ein Fortgang der Tunnel-Arbeiten von 51 resp. 46 Meter per Monat erreicht wurde, während für die ohne Schächte ausgeführten Tunnel eine Maximalleistung von nur 23 Meter per Monat resultirt. In ähnlicher Weise ist bei dem Tunnel von Foug (No. 13) durch die Herstellung der 2 Schächte ein Fortgang der Arbeiten von 30,3 Meter per Monat erreicht worden, während die Kosten für die Schächte nur 2 pCt. der Gesamtkosten ausmachen. Bei dem Tunnel von Arschwiller (No. 7) ist ein derartiger Vergleich zwischen dem erzielten Effecte und den entsprechenden Baukosten nicht möglich, da die zur Förderung benutzten 6 Schächte bereits für die Anlage des unmittelbar neben resp. unter der Eisenbahn befindlichen Canal-Tunnels hergestellt waren und für den ersteren Tunnel nicht in Anrechnung gebracht sind. Uebrigens war bei der Ausdehnung dieses Bauwerkes mit 2676 Meter Länge, sowie bei dem 3450 Meter langen Tunnel von Rilly (No. 11) die Ausführung von Schächten eine Nothwendigkeit, wenn die Beendigung dieser Bauwerke nicht unverhältnißmäßig lange Zeit hinausgeschoben werden sollte.

Bei dem Tunnel von St. Cloud (No. 20) wurde die Anlage von Schächten dadurch veranlaßt, daß die in den Voreinschnitten befindlichen Erdmassen zu ihrer Beseitigung lange Zeit in Anspruch nahmen, und der Tunnel gleichzeitig mit den Voreinschnitten fertig werden mußte. Die bedeutenden Kosten, welche bei dieser Bauausführung entstanden, dürften zum Theil darin zu suchen sein, daß die Förderung sämtlicher Gebirgsmassen und Materialien durch die Schächte geschehen mußte; die in der Tabelle I. für die Schächte angegebenen Kosten beziehen sich jedoch lediglich auf die Abteufung der Schächte und begreifen die Kosten für die Förderung etc. in den Schächten nicht in sich.

Außer den nach Tabelle I. zur Ausführung gekommenen Schacht-Anlagen ist noch der Schächte Erwähnung zu thun, welche bei dem Tunnel von Montretout (No. 19) hergestellt sind. Bei ihrer geringen Tiefe hat man sie auf die Axe der Bahn gestellt, indess bei der Ausführung gefunden, daß diese Anordnung sehr mißlich ist und eine Reihe von Schwierigkeiten während des Baues hervorruft.

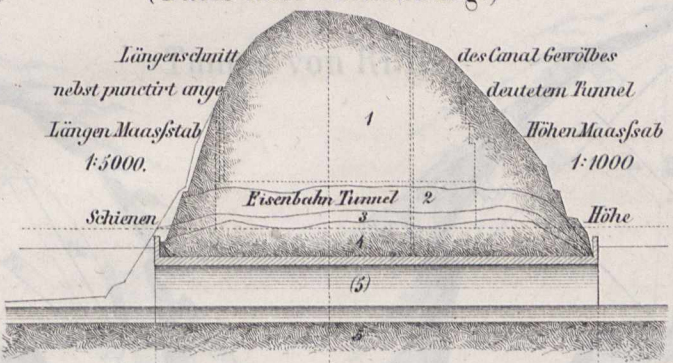
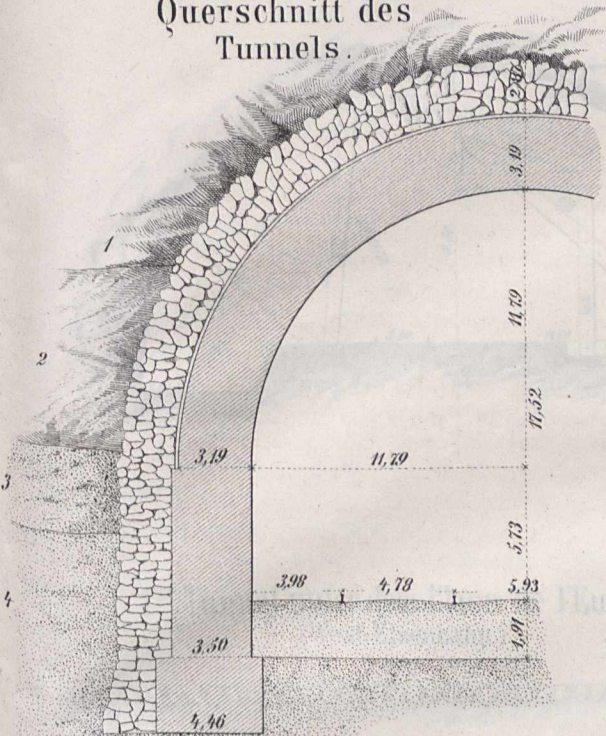
Die unter dem Titel „Insgemein“ zusammengefaßten Ausgaben weichen bezüglich ihres Verhältnisses zu den Gesamtkosten untereinander bedeutend ab. Der Grund hierfür liegt größtentheils darin, daß bei den Ausführungen verschiedene Modalitäten für die Abrechnung der generellen Ausgaben angenommen worden sind. Bei vielen Tunneln, insbesondere bei den Entreprise-Bauten, waren die Kosten für die Gerätschaften in den für die Arbeiten bewilligten Preisen einbegriffen, bei den in Regie ausgeführten Tunneln sind diese, 6 bis 11 pCt. der Gesamtkosten betragenden Ausgaben für Gerätschaften meistens in den Titel „Insgemein“ aufgenommen. Ebenso sind die Kosten für die Erleuchtung in mehreren Fällen speciell in Anrechnung gebracht, während in anderen Fällen die Arbeiter resp. Unternehmer selbst für diese Beschaffungen zu sorgen hatten. Kosten für die Beaufsichtigung sind nur bei den Regie-Arbeiten von einiger Bedeutung. Der Tunnel von Arschwiller gehört zu dieser letzteren Kategorie. Es wurden bei demselben für Gerätschaften 11 pCt., für Aufsichtskosten 6 pCt., für Erleuchtung 3 pCt., für Tagelohns-Arbeiten 3 pCt. etc. der Totalkosten verausgabt.

Der Mangel einer mehr übereinstimmenden Behandlung der einzelnen Ausgabe-Positionen läßt es nicht zu, annähernde

Eisenbahn-Tunnel Frankreichs.

Tunnel und Canal von Chalifert (Paris nach Strassburg)

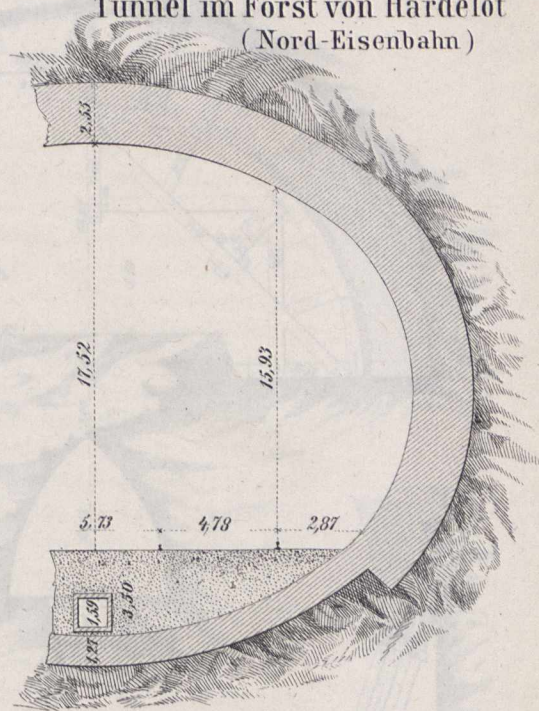
Querschnitt des
Tunnels.



Terrain	Ordinate	über dem Meeres		spiegel
	128.78	129.78	250.22	203.90
Ordinate	des Gewölbe	scheitels	desgl.	d ^o
Horizontale	360.32	565.67	129.78	31.86 d ^o
		925.69		

1 Mergel u kalkhaltige Kieserde mehr oder weniger compact.
 2 Grünlicher, wasserführender Mergel.
 3 Kies. 4 Sand 5 Mergel mit Kies und Kalkerde.

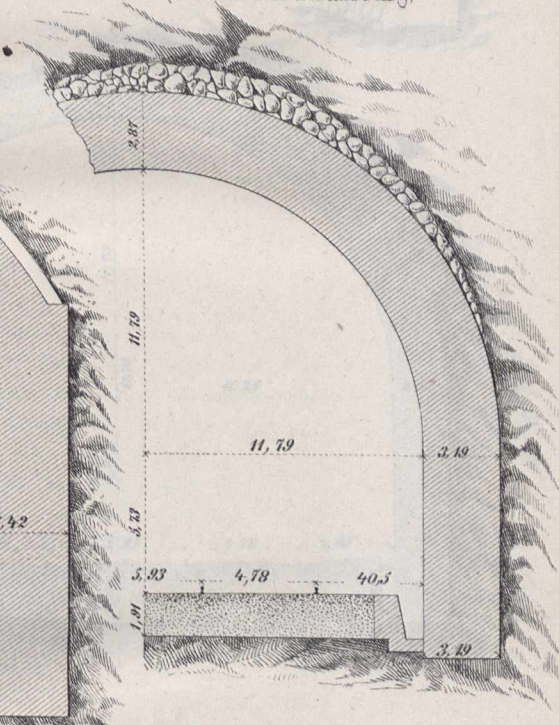
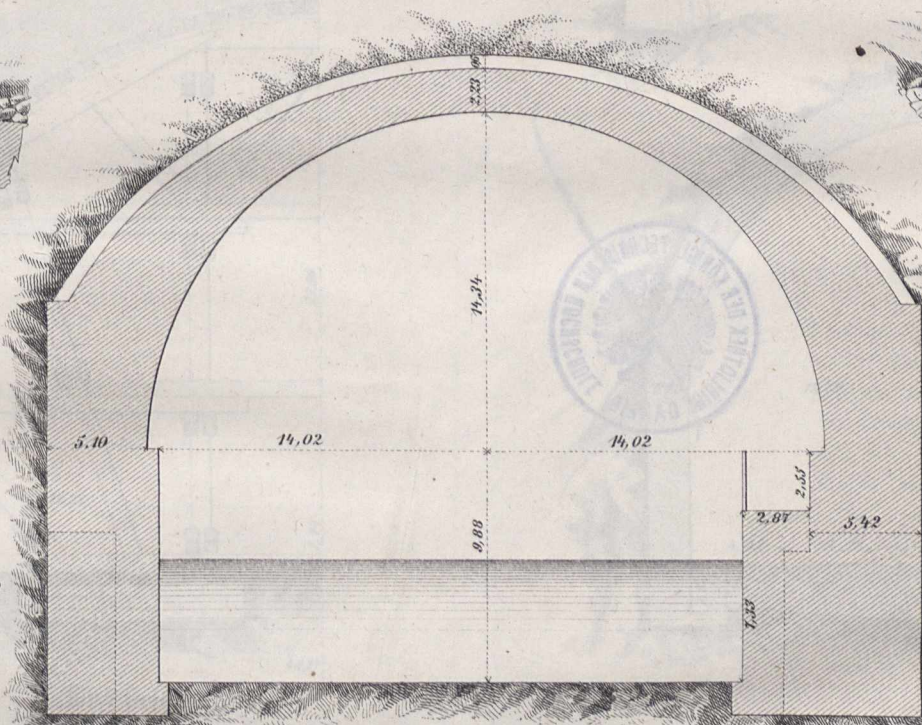
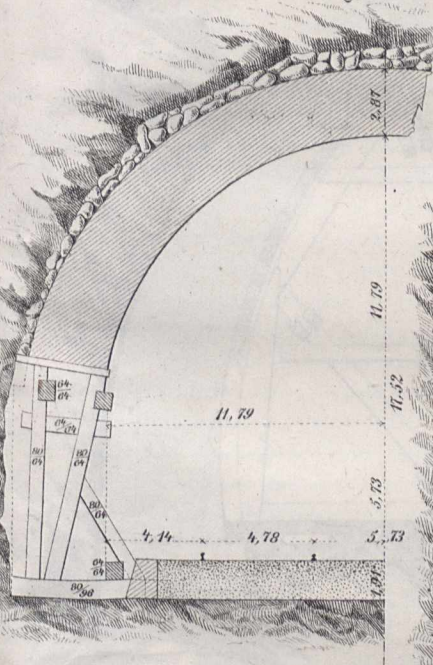
Tunnel im Forst von Hardelot
(Nord-Eisenbahn)



Querschnitt des Canals von Chalifert

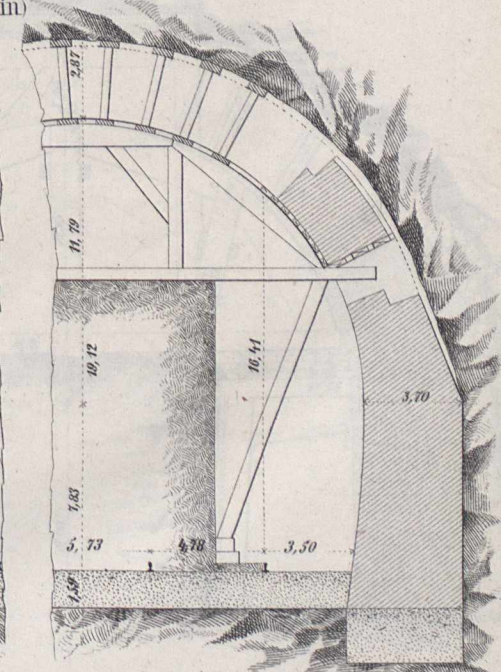
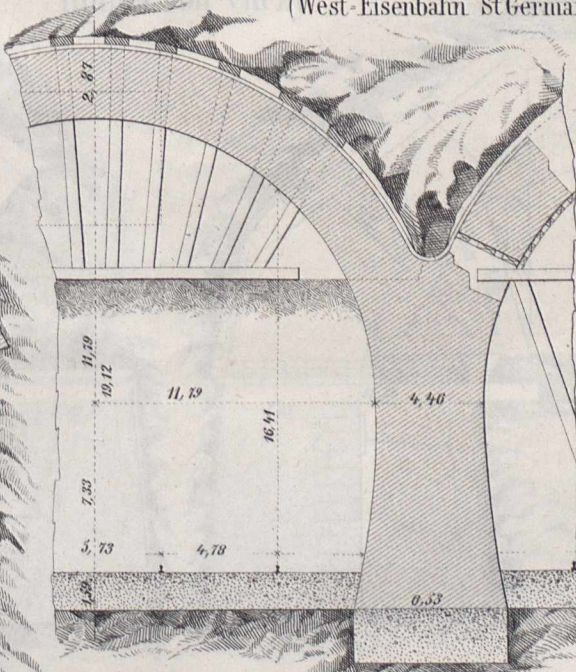
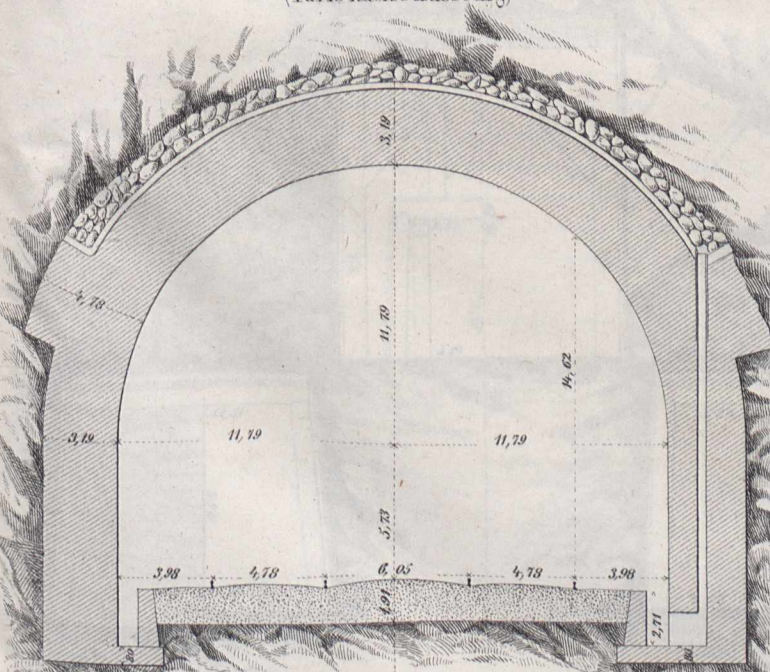
Tunnel von Armentieres
(Paris nach Strassburg)

Tunnel von Haut-Barr
(Paris nach Strassburg)



Tunnel von Pagny a d. Maas
(Paris nach Strassburg)

Doppel-Tunnel zu Batignolles
(West-Eisenbahn St Germain)

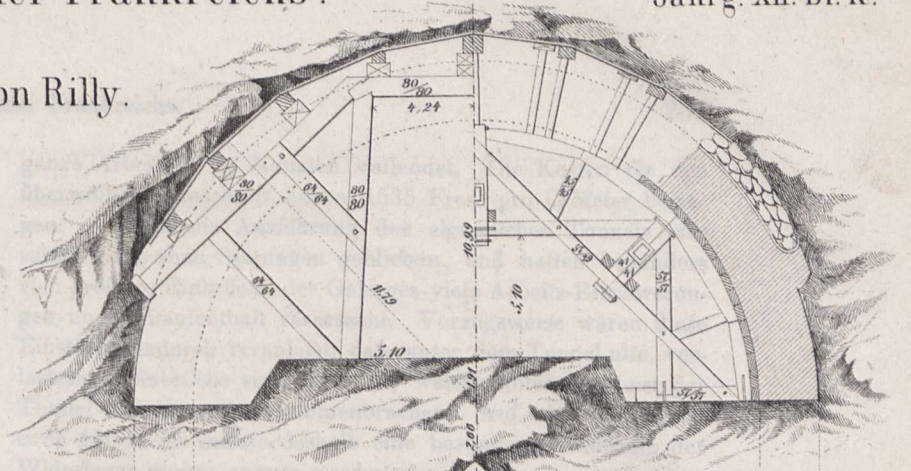
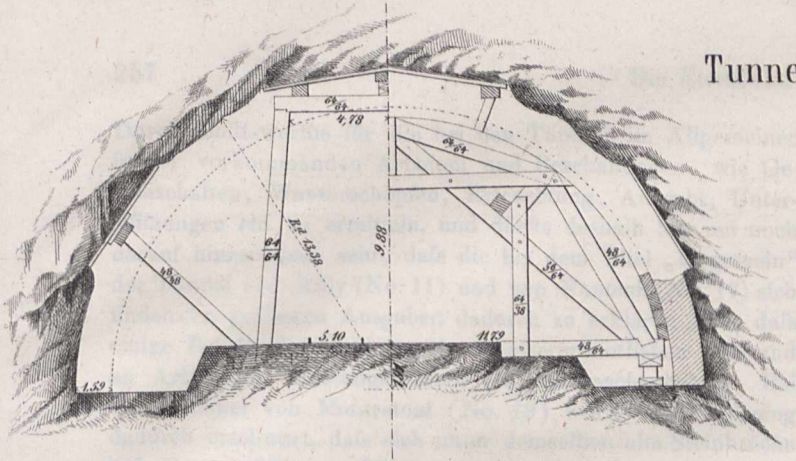


Maßstab 1:100. Maßangaben in Preussischen Fußsen.

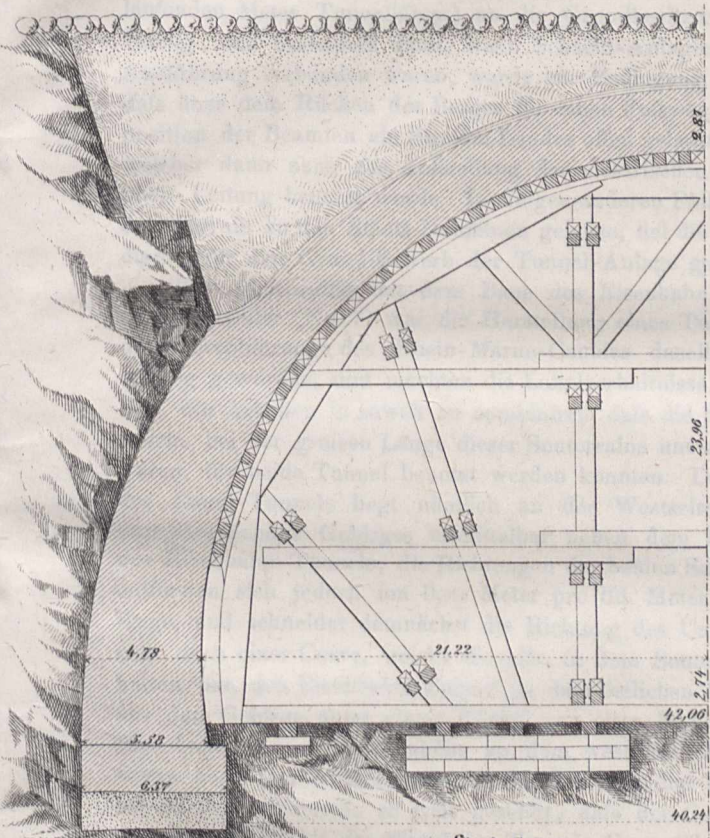
Verlag von Ernst & Korn in Berlin.

Lith. Anst. von WLoeillot in Berlin

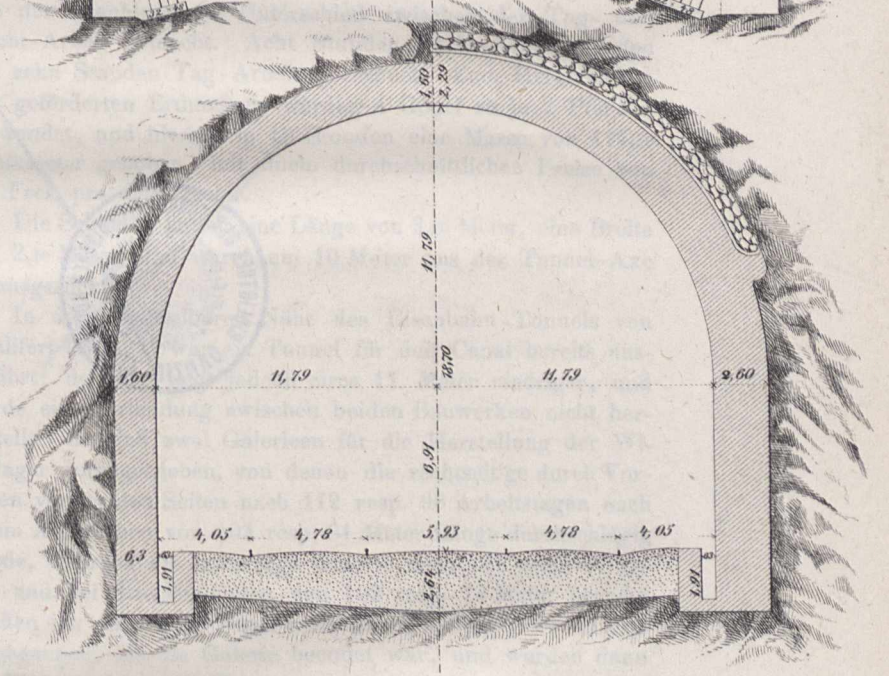
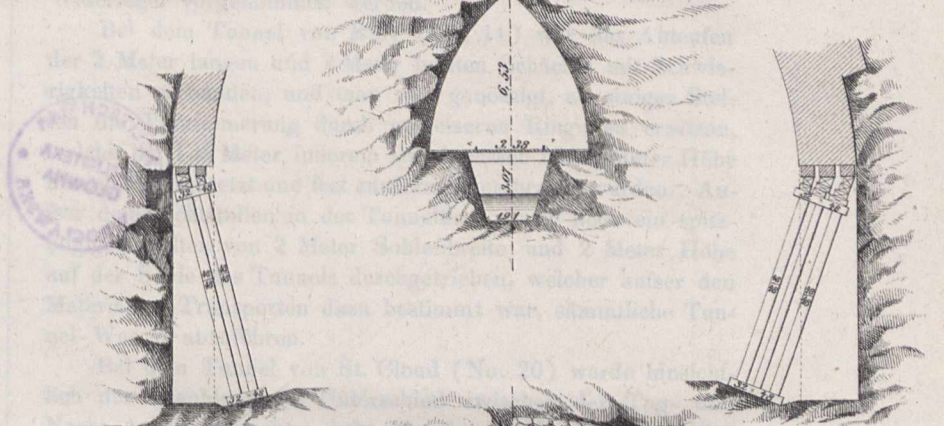
Tunnel von Rilly.



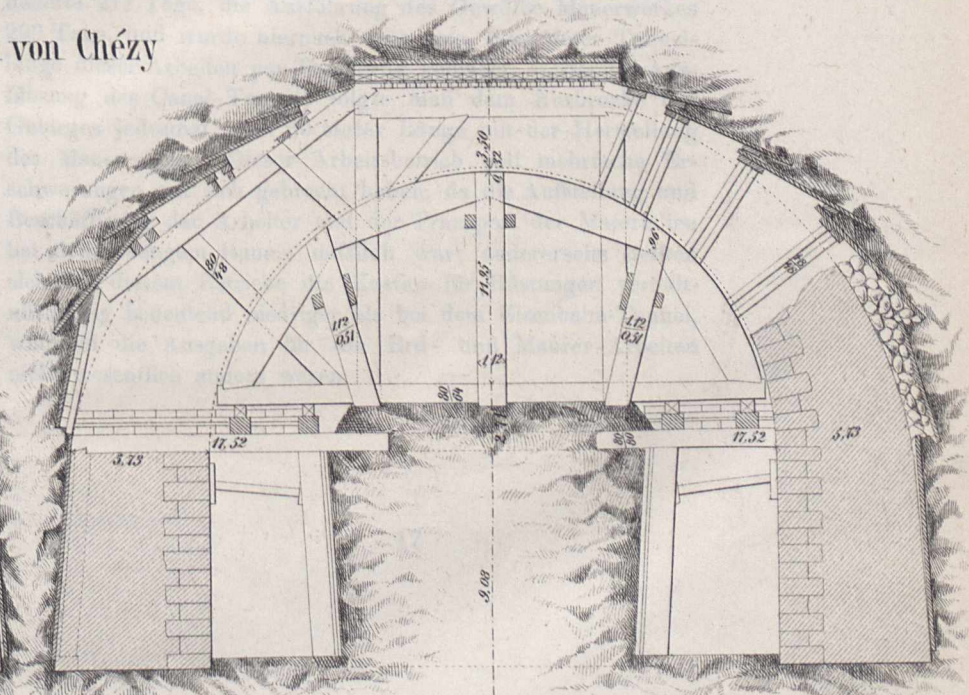
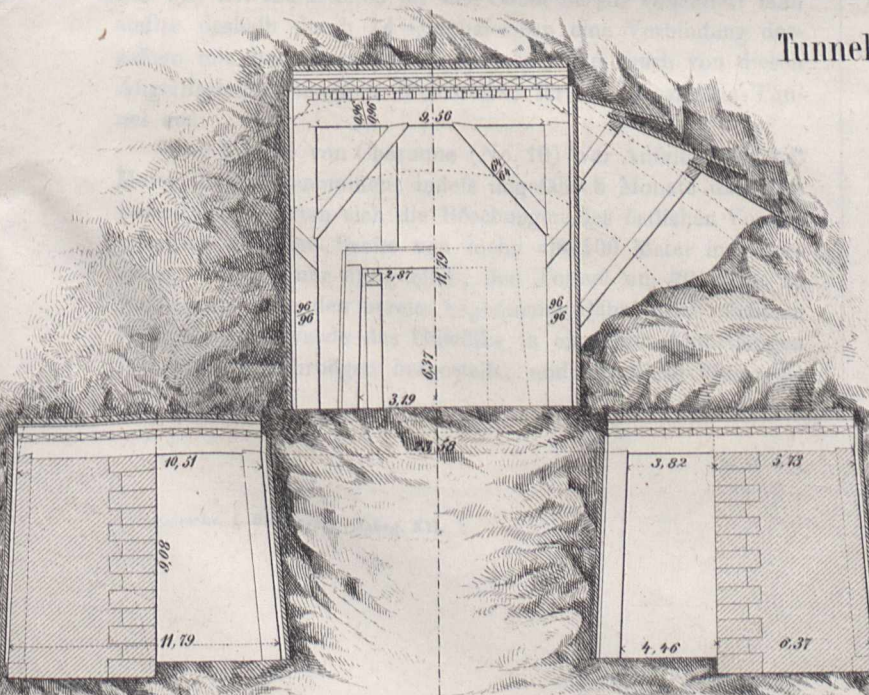
1^{er} Tunnel unter dem Place de l'Europe (West-Eisenbahn.)



für 4 Geleise



Tunnel von Chézy



Durchschnittswerthe für die bei den Tunneln im Allgemeinen immer vorkommenden Arbeiten und Beschaffungen, wie Gerätschaften, Wasserschöpfen, Erleuchtung, Aufsicht, Unterstützungen etc. zu ermitteln, und dürfte deshalb hier nur noch darauf hinzuweisen sein, daß die bei dem Titel „Insgemein“ der Tunnel von Rilly (No. 11) und von Nanteuil (No. 17) sich findenden grösseren Ausgaben dadurch zu erklären sind, daß einige Brüche des Gebirges einen außerordentlichen Aufwand an Arbeit und Rüstungshölzern etc. verursacht haben. Bei dem Tunnel von Montretout (No. 19) wurde die Fundirung dadurch erschwert, daß sich unter demselben alte Steinbrüche befanden, welche zum Theil ausgemauert werden mußten; die Kosten für diese Arbeiten sind unter dem Titel „Insgemein“ in Ansatz gebracht.

In den Zusammenstellungen sind bei diesem Titel auch die Kosten für den Grund-Erwerb aufgenommen, welcher durchweg nur geringe Ausgaben veranlaßt hat. In vielen Fällen wurde nur eine Entschädigung (von circa 10 Frs. per laufenden Meter Tunnellänge) an die Grundbesitzer gezahlt. Häufig, und besonders dann, wenn Schacht-Anlagen mit der Ausführung verbunden waren, wurde zur Bedingung gemacht, daß über dem Rücken des Berges für einen Fußweg zur Disposition der Beamten ein Streifen Landes offen gehalten werde, welcher dann auch zur Aufstellung der elektrischen Telegraphen-Leitung benutzt wurde. In einigen anderen Fällen, wenn das Terrain zu den Staats-Domänen gehörte, fiel die Entschädigung für den Grund-Erwerb der Tunnel-Anlage ganz fort.

Fast gleichzeitig mit dem Baue des Eisenbahn-Tunnels zu Arschwiller (No. 7) war die Herstellung eines Tunnels für die Durchführung des Rhein-Marne-Canales daselbst nothwendig geworden, und machten die Lokalverhältnisse es möglich, die Arbeiten in soweit zu combiniren, daß die Schächte, welche bei der großen Länge dieser Souterrains unvermeidlich waren, für beide Tunnel benutzt werden konnten. Das Portal des Canal-Tunnels liegt nämlich an der Westseite des zu durchbrechenden Gebirges unmittelbar neben dem Eingange des Eisenbahn-Tunnels; die Richtungen der beiden Souterrains entfernen sich jedoch um 0,026 Meter pro lfd. Meter Tunnellänge, und schneidet demnach die Richtung des Canal-Tunnels nach einer Curve, welche derselbe in dem Souterrain erhalten hat, den Eisenbahn-Tunnel an dem östlichen Ausgange aus dem Gebirge unter einem Winkel von circa 30 Grad. Die Eisenbahn, deren Schienenhöhe an dem westlichen Eingange etwas über dem Wasserstande des Canales liegt, hat sich hierbei in dem Souterrain so weit gesenkt, daß der Canal über das östliche Portal des Eisenbahn-Tunnels übergeführt wird.

Bei dem Beginne der Arbeiten für den Eisenbahn-Tunnel war der Richtstollen für den Canal bereits vollendet; man stellte deshalb durch 14 Quergalerieen eine Verbindung desselben mit dem Eisenbahn-Tunnel her, und brach von diesen Angriffsstellen aus den Richtstollen für den Eisenbahn-Tunnel aus.

Der Tunnel von Charonne (No. 10) war Anfangs nur 950 Meter lang angenommen; indess ungefähr 6 Monate nach der Beendigung setzten sich die Böschungen des östlichen Voreinschnittes auf eine Breite von mehr als 100 Meter in Bewegung, weshalb nur übrig blieb, den Tunnel um 70 Meter zu verlängern. Um den bereits begonnenen Bahnbetrieb nicht zu unterbrechen, wurde das Gewölbe in einzelnen Abtheilungen von 2 bis 3 Lehrbögen hergestellt, und auf diese Weise die

ganze Arbeit in 2½ Monaten vollendet. Die Kosten für den überwölbten Einschnitt haben 1535 Frs. pro □ Meter betragen. — Auch die Ausführung des eigentlichen Tunnels war schon nicht ohne Störungen geblieben, und hatten besonders vier grössere Einbrüche des Gebirges viele Arbeits-Erschwerungen und Zeitaufenthalt verursacht. Vorzugsweise waren diese Einstürze dadurch veranlaßt, daß unter dem Tunnel alte, verlassene Steinbrüche sich befanden, welche unter der Last der Tunnel-Fundamente zusammenbrachen. Auf eine Länge von circa 100 Meter mußte deshalb eine besondere Fundirung der Widerlager vorgenommen werden.

Bei dem Tunnel von Rilly (No. 11) war das Abteufen der 2 Meter langen und 2 Meter breiten Schächte mit Schwierigkeiten verbunden, und man war genöthigt, an einigen Stellen die Verzimmerung durch gußeiserne Ringe zu ersetzen, welche bei 1,50 Meter innerem Durchmesser und 1 Meter Höhe übereinandergesetzt und fest zusammengeschraubt wurden. Ausser dem Richtstollen in der Tunnelfirst wurde noch ein spitzbogiger Stollen von 2 Meter Sohlenbreite und 2 Meter Höhe auf der Sohle des Tunnels durchgetrieben, welcher ausser den Materialien-Transporten dazu bestimmt war, sämmtliche Tunnel-Wasser abzuführen.

Bei dem Tunnel von St. Cloud (No. 20) wurde hinsichtlich der Bezahlung ein Unterschied zwischen der Tag- und Nacht-Arbeit gemacht. Acht Stunden Nacht-Arbeit wurden wie zehn Stunden Tag-Arbeit gerechnet. Zum Heraufziehen der geförderten Erdmassen wurden 4 Göpel zu je 2 Pferden verwendet, und hiermit in 10 Stunden eine Masse von 117,20 Cubikmeter gehoben, mit einem durchschnittlichen Preise von 4,31 Frs. pro Cubikmeter.

Die Schächte hatten eine Länge von 3,60 Meter, eine Breite von 2,70 Meter, und waren um 10 Meter aus der Tunnel-Axe hinausgerückt.

In der unmittelbaren Nähe des Eisenbahn-Tunnels von Chalifert (No. 22) war ein Tunnel für den Canal bereits ausgeführt; derselbe liegt jedoch circa 11 Meter niedriger, und wurde eine Verbindung zwischen beiden Bauwerken nicht hergestellt. Es sind zwei Gallerieen für die Herstellung der Widerlager durchgetrieben, von denen die rechteitige durch Vorgehen von beiden Seiten nach 112 resp. 90 Arbeitstagen nach einem Aufbrechen von 104 resp. 81 Meter Länge durchschlägig wurde, während die linkeitige Gallerie nach 116 resp. 81 Tagen und bei Streckenlängen von 102 resp. 74 Meter beendet worden ist. Mit dem Mauerwerk der Widerlager wurde erst vorgegangen, als die Gallerie beendet war, und wurden dann die Widerlager in 71 Tagen, mithin bei einer täglichen Arbeitsleistung von 4,54 Meter hergestellt. Der Gewölbe-Aufbruch dauerte 211 Tage, die Ausführung des Gewölbe-Mauerwerkes 299 Tage, und wurde hiernach 0,539 resp. 0,518 Meter Tunnellänge dieser Arbeiten per Tag fertig gemacht. — Bei der Ausführung des Canal-Tunnels folgte man dem Ausbruche des Gebirges jedesmal nach 30 Meter Länge mit der Herstellung des Mauerwerks. Dieser Arbeitsbetrieb soll mehrfache Erschwerungen mit sich gebracht haben, da die Aufstellung und Beschäftigung der Arbeiter und der Transport der Materialien bei dem beengten Raume mißlich war; andererseits stellten sich bei diesem Betriebe die Kosten für Rüstungen verhältnißmäßig bedeutend niedriger als bei dem Eisenbahn-Tunnel, während die Ausgaben für die Erd- und Maurer-Arbeiten nicht wesentlich anders waren.

1	2	3	4		5		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15								
			Dimension des Tunnels.		Zeitdauer der Ausführung.												Total-Kosten	Gesamtkosten						
			Länge	Lichter Querschnitt	Im Ganzen	Fortschritt pro Monat												Gebirgsart.						
																		Kalkstein.	Kreide.	Sandstein.	Gips und Letten.	Merzel u. fest. Thon.	Merzel und Letten.	Thon u. Sand.
A. Tunnel mit theilweiser Ausmauerung.																								
1	T. de la Terrasse de St. Germain	Westbahn.	802,0	38,39			195910	493																
2	T. du Parterre de St. Germain		95,0	38,39																				
3	T. du Bas-Rhin I.	Paris-Strafsburg.	399,7	35,11	ca. 36	ca. 11,1	282660			707														
4	T. du Bas-Rhin II.		493,2	35,11	ca. 48	ca. 10,3	364890			740														
5	T. du Haut-Barr	"	303,7	35,11	47	6,5	252434			831														
6	T. de Lützelbourg	"	439,2	34,83	52	8,4	395745			901														
7	T. d'Arschwiller	"	2678,3	34,83	93	29,8	2584742			965														
8	T. de Hoffmühl	"	247,5	34,83	48	5,2	284017			1148														
9	T. de Belleville	Pariser Verbind.-Bahn.	1125,0	39,3	22	51,1	1196389			1063														
10	T. de Charonne	"	1020,0	39,3	22	46,4	1121977			1110														
Summa resp. Durchschnitt			7103,6				6678764	493		913	1081													
940 Fres. per lauf. Meter Tunnel.																								
B. Tunnel mit vollständiger Ausmauerung.																								
11	T. de Rilly	Paris-Strafsburg (Abzweig. nach Rheims).	3450,0	37,52	40	86,2	2487876		721				1289											
12	T. de Pagny	"	571,7	34,32	33	17,3	737003						1396											
13	T. de Foug	"	1121,9	34,83	37	30,3	1566825						1396											
14	T. de Batignolles I.	Westbahn.	333,0	38,39	18	18,5	525122								1577									
15	T. de Batignolles II.	"	333,0	38,39			396882								1161									
16	T. d'Armentières	Paris-Strafsburg.	656,0	34,00	35	18,7	1038243								1583									
17	T. de Nanteuil	"	944,0	34,00	41	23	1556153								1648									
18	T. de Hardelot	Nordbahn.	184,0		18	10,2	322000								1750									
19	T. de Montretout	Westbahn.	168,0	38,39	13	13	347915								2071									
20	T. de St. Cloud	"	504,0	38,4	15	33,6	1098720								2180									
21	T. de Chezy	Paris-Strafsburg.	452,8	34,0	32	14,1	1034689								2285									
22	T. de Chalifert	"	168,5	34,01	18	9,4	408032								2422									
Summa resp. Durchschnitt			8886,9				11519460		721			1360	1693	2322										
1296 Fres. per lauf. Meter Tunnel.																								
C. Ueberwölbte Einschnitte.																								
23	T. de la rue St. Martin	Westbahn	97,0	37,00			106700								1100									
24	T. de la rue Noailles	"	46,0	40,2			55200								1200									
25	T. des étangs Gobert		140,0	38,3	ca. 12	ca. 11,7	199654								1426									
26	T. de la place de l'Europe II.		160,3	33,7	ca. 9	ca. 17,8	239851					[1497]									
27	T. de la place de l'Europe I.		183,7	30,8	ca. 24	ca. 7,7	315560					[1717]									
Summa resp. Durchschnitt			627,0				916965					[1462	Fres.]									

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26										
											Ausführung.									
											Kosten im Einzelnen									
											den Meter.					In Procenten der Gesamtkosten.				
Arbeiten.					In Procenten der Gesamtkosten.															
Erdbreit. Frances.	Zimmerarbeit. Frances.	Maurerarbeit. Frances.	Schächte. Frances.	Insgemein. Frances.	Erdbreit. pCt.	Zimmerarbeit. pCt.	Maurerarbeit. pCt.	Schächte. pCt.	Insgemein. pCt.	Bemerkungen.										
In General-Entreprise ausgeführt.																				
351	53	290	—	13	50	7	41	—	2	Der Tunnel du Parterre ist ein überwölbter Einschnitt.										
364	63	295	—	18	50	8	40	—	2											
400	59	322	—	50	48	7	39	—	6											
457	36	316	—	92	51	4	35	—	10											
408	37	229	29	262	41	4	24	3	23											
508	60	397	—	183	44	5	35	—	16											
293	270	399	25	76	28	25	38	2	7											
310	289	415	6	90	28	26	37	1	8											
In den Kosten für Schächte sind die Ausgaben für 14 Quergalerien enthalten.																				
In General-Entreprise ausgeführt.																				
149	64	268	117	123	21	9	37	16	17	Beide Tunnel haben ein Widerlager gemeinschaftlich.										
504	106	663	10	6	39	8	51	1	1											
421	111	583	26	255	30	8	42	2	18											
desgl. desgl.																				
329	339	748	4	163	21	21	47	1	10											
291	316	718	—	323	18	19	43	—	20											
In General-Entreprise ausgeführt.																				
484	372	998	—	217	23	18	48	—	11											
423	430	833	308	186	19	20	38	14	9											
236	741	1098	—	210	10	33	48	—	9											
241	959	968	—	254	10	39	40	—	11											
In den Kosten für Insgemein sind die Ausgaben für den Ausbruch und die Verzimierung der unter den Fundamenten befindlichen Löcher etc. enthalten.																				
In General-Entreprise ausgeführt.																				
desgl. desgl.																				
409	89	928	—	—	29	6	65	—	—	In den Kosten für Insgemein sind die Ausgaben für den Ausbruch und die Verzimierung der unter den Fundamenten befindlichen Löcher etc. enthalten.										
314	219	793	—	171	21	15	53	—	11											
In General-Entreprise ausgeführt.																				

Laufende Nr.	Bezeichnung des Tunnels.	Maurer - Arbeiten.											
		Mauerwerk.				Hinterpackung des Mauerwerks.		Bearbeiten der Steine.				Verschiedene Maurer-Arbeiten.	
		Summe der Massen		Summe pro lfd. Meter		Summe im Ganzen		Summe pro lfd. Meter		Summe im Ganzen		Summe pro lfd. Meter	
		Cub.-Meter.	Fres.	Cb.-Mtr.	Fres.	Fres.	Fres.	Cub.-Meter.	Fres.	Cb.-Mtr.	Fres.	Fres.	Fres.
Maurer - Arbeiten.													
A. Tunnel mit theilweiser Ausmauerung.													
1	T. de la Terrasse de St. Germain	Die Ausführung der Tunnel ist in General-Entreprise erfolgt; specielle Angaben sind nicht vorhanden.											
2	T. du Parterre de St. Germain	Die Ausführung der Tunnel ist in General-Entreprise erfolgt; specielle Angaben sind nicht vorhanden.											
3	T. du Bas Rhin I.	4361	101320	10,9	253	1807	4,5	3190	9090	8	22,7	1620	4
4	T. du Bas Rhin II.	5575	123150	11,3	250	2229	4,5	4242	10820	8	21,9	1933	4
5	T. du Haut-Barr.	4316	85048	14,2	280	1518	5,0	2661	8681	9	28,3	1190	4
6	T. de Lützelbourg.	6280	95083	14,3	217	2607	6,0	8113	25563	18	58,2	3267	7
7	T. d'Arschwiller.	27659	844702	10,3	129	24271	9,1	44483	150330	17	56,0	41344	15
8	T. de Hoffmühl.	4565	68083	18,4	275	1738	7,0	4568	14877	18	60	1596	6
9	T. de Belleville.	18438	404294	16,4	359	10269	9,5	22327	34621	20	30,8	—	—
10	T. de Charonne.	18425	377996	18,1	371	7585	7,0	22433	37513	22	36,8	—	—
	Summe resp. Durchschnitt für Tunnel No. 3 bis 10.	89619	1599676	13,4	239	52024	7,7	112017	291445	17	43,4	50950	7,6
B. Tunnel mit vollständiger Ausmauerung.													
11	T. de Rilly.	36699	714811	10,6	207	11526	3,3	55836	141655	16	41	49500	14
12	T. de Pagny.	12372	310660	21,5	543	25313	44,3	11312	26932	20	47,1	105	—
13	T. de Foug.	22086	482363	19,7	430	18640	16,6	19763	46247	18	41,2	44348	39
14	T. de Batignolles I.	Die Ausführung der Tunnel No. 14 und 15 ist in General-Entreprise erfolgt; specielle Angaben sind nicht vorhanden.											
15	T. de Batignolles II.	Die Ausführung der Tunnel No. 14 und 15 ist in General-Entreprise erfolgt; specielle Angaben sind nicht vorhanden.											
16	T. d'Armentières.	18050	457048	27,5	697	—	—	1851	10313	3	15,7	—	—
17	T. de Nanteuil.	25764	627800	27,3	665	—	—	2951	15300	3	16,2	—	—
18	T. de Hardelet.	Die Ausführung des Tunnels ist in General-Entreprise ausgeführt.											
19	T. de Montretout.	—	128286	—	764	—	—	—	11261	—	67,1	20694	123
20	T. de St. Cloud.	—	379827	—	753	—	—	—	23307	—	46,4	16487	33
21	T. de Chezy.	18247	480554	40,3	1061	—	—	2044	16199	5	35,8	—	—
22	T. de Chalifert.	4101	114194	24,3	677	21650	128	3114	20173	18	119,7	—	—
	Summe resp. Durchschnitt der Kosten (T. No. 11-13, 16, 17, 19-22.)	—	3695543	—	460	77129	—	—	311387	—	38,7	131134	—
	Summe der Massen (T. No. 11-13, 16, 17, 20-22.)	137319	—	18,7	—	—	—	96871	—	13	—	—	—
C. Ueberwölbte Einschnitte.													
23	T. de la Rue St. Martin.	Die Ausführung der überwölbten Einschnitte No. 23 und 24 ist in General-Entreprise erfolgt; specielle Angaben sind nicht vorhanden.											
24	T. de la Rue Noailles.	Die Ausführung der überwölbten Einschnitte No. 23 und 24 ist in General-Entreprise erfolgt; specielle Angaben sind nicht vorhanden.											
25	T. des étangs Gobert.	5035	113364	36	810	—	—	2764	8306	19,3	59,3	—	—
26	T. de la Place de l'Europe II.	4614	87498	28,8	546	—	—	3405	10721	21,2	66,8	7147	44
27	T. de la Place de l'Europe I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Laufende Nr.	Bezeichnung des Tunnels.	Maurer - Arbeiten.				Bemerkungen.
		Abdeckung des Gewölbes.		Gesamtkosten der Maurer-Arbeiten.		
		Summe der Kosten		Im Ganzen		
		im Ganzen.	pro lfd. Meter.	Im Ganzen	pro lfd. Meter.	
Maurer - Arbeiten.						
1	T. de la Terrasse de St. Germain	—	—	—	—	Die Widerlager sind auf 10 Meter Länge von den Portalen aus, die Gewölbe auf die ganze Länge des Tunnels hergestellt. Die Abdeckung bei dem Tunnel No. 2 besteht aus einer Mörtelabgleichung und einer Decke von Asphalt; der Tunnel No. 1 ist ohne Abdeckung geblieben.
2	T. du Parterre de St. Germain	—	—	—	—	
3	T. du Bas Rhin I.	2183	5,5	116020	290	
4	T. du Bas Rhin II.	7047	14,3	145179	295	
5	T. du Haut-Barr.	1416	4,7	97803	322	
6	T. de Lützelbourg.	12446	28,3	138966	316	
7	T. d'Arschwiller.	53350	20,0	613997	229	
8	T. de Hoffmühl.	11876	48,0	98170	397	
9	T. de Belleville.	—	—	449184	399	
10	T. de Charonne.	—	—	423094	415	
	Summe resp. Durchschnitt für Tunnel No. 3 bis 10.	88318	13,2	2082413	310	
B. Tunnel mit vollständiger Ausmauerung.						
11	T. de Rilly.	10792	3,1	928284	268	Abdeckung ist nur an einzelnen nassen Stellen ausgeführt.
12	T. de Pagny.	16811	29,4	379821	663	
13	T. de Foug.	62352	55,6	658950	583	Abdeckung ist auf circa $\frac{3}{4}$ der Tunnelänge ausgeführt.
14	T. de Batignolles I.	—	—	—	—	
15	T. de Batignolles II.	—	—	—	—	
16	T. d'Armentières.	23266	35,5	490627	748	Abdeckung ist auf circa die Hälfte der Tunnelänge hergestellt; in den betreffenden Kosten sind die Ausgaben für die erforderlichen Erdarbeiten und die Ausfüllung einbegriffen.
17	T. de Nanteuil.	34700	36,8	667800	718	
18	T. de Hardelet.	—	—	—	—	
19	T. de Montretout.	7377	43,9	167618	998	Die unter „Verschiedene Maurer-Arbeiten“ aufgeführten Kosten sind durch die größere Fundirung der Widerlager und die Ausmauerung der tiefer gelegenen Steinbrüche entstanden.
20	T. de St. Cloud.	—	—	419621	833	
21	T. de Chezy.	525	1,2	497278	1098	Unter „Verschiedene Maurer-Arbeiten“ sind die Arbeiten für Herstellung einer Wasserleitung an dem östlichen Abhange des Berges ausgeführt.
22	T. de Chalifert.	7194	42,7	163211	968	
	Summe resp. Durchschnitt der Kosten (T. No. 11-13, 16, 17, 19-22.)	163017	20,2	4378210	545	Wie bei den Erd- und Zimmer-Arbeiten sind auch hier die Resultate des Tunnels No. 11 von wesentlichem Einflusse auf die Durchschnittszahlen.
	Summe der Massen (T. No. 11-13, 16, 17, 20-22.)	—	—	—	—	
C. Ueberwölbte Einschnitte.						
23	T. de la Rue St. Martin.	—	—	—	—	Die Ausführung der überwölbten Einschnitte No. 23 und 24 ist in General-Entreprise erfolgt; specielle Angaben sind nicht vorhanden.
24	T. de la Rue Noailles.	—	—	—	—	
25	T. des étangs Gobert.	8239	58,8	129909	928	Bei den verschiedenen Maurer-Arbeiten sind die Kosten der Bétonfundirung angegeben.
26	T. de la Place de l'Europe II.	21804	136,0	127170	793	
27	T. de la Place de l'Europe I.	—	—	—	—	

1	2	3	4	5				6				13
				Erdarbeiten.				Zimmerarbeiten.				
				Gesamt-Summe der		Summa pro		Tunnel-		Lehrgerüste		
				geförder-	Kosten	ld. Meter		zimmerung.	(incl. Verbinds-)			
Massen		Masse	Kosten	Gesamt-	Kosten	Ge-	Kosten					
Cub.-Meter.	Frcs.	Cb.-Mtr.	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.					
A. Tunnel mit theilweiser Ausmauerung.												
1	T. de la Terrasse de St. Germain	302,0	Kalkstein.	Die Ausführung der Tunnel ist in General-Entreprise erfolgt; spezielle Angaben sind nicht vorhanden.								
2	T. du Parterre de St. Germain	95,0	desgl.									
3	T. du Bas Rhin I.	399,7	Sandstein.	17904	140145	45	351	1367	3,4	19999	50	Durchschnittl. 8 Frcs. pro 1 Cub.-Mtr. Erdarbeit.
4	T. du Bas Rhin II.	493,2	dto.	19555	179546	40	364	2210	4,5	28598	58	" 9,3 " " 1 " "
5	T. du Haut-Barr.	303,7	dto.	14087	121519	46	400	1804	6	16096	53	" 8,8 " " 1 " "
6	T. de Lützelbourg	439,2	dto.	24105	200750	55	457	3556	8	12106	28	" 8,3 " " 1 " "
7	T. d'Arschwiller	2678,3	dto. (klüftig.)	153116	1093052	57	408	24603	9	75974	29	(Die Kosten der Erdarbeiten betragen: pro 1 Cub.-Meter Ausbruch der Galerien 18,4 Frcs. " 1 " Verbreiterung . . 4,4 " " 1 " Austiefung des Tunnels 4,3 " durchschnittlich pro 1 Cub.-Meter . 7,1 "
8	T. de Hoffmühl	247,5	dto. (desgl.)	16169	125788	65	508	7553	30,5	7198	58	Durchschnittl. 7,8 Frcs. pro 1 Cub.-Mtr. Erdarbeit.
9	T. de Belleville	1125,0	Gips u. Letten.	70891	330121	63	293	238867	212	64567	58	Durchschnittl. 4,7 Frcs. pro 1 Cub.-Mtr. Erdarbeit. Für 1 Cub.-Mtr. Stollen-Ausbruch in Letten wurde 5,5 Frcs., in Gips 7,0 Frcs., für 1 Cub.-Mtr. Verbreiterung 3 Frcs. resp. 4,5 Frcs. bezahlt.
10	T. de Charonne	1020,0	desgl.	88806	316546	87	310	224959	221	69642	68	Durchschnittl. 3,6 Frcs. pro 1 Cub.-Mtr. Erdarbeit. Im Mergel und Letten wurde für 1 Cub.-Meter Stollen-Ausbruch 5,5 Frcs., im Gips 7,0 Frcs. wie ad 9 bezahlt.
	Summa resp. Durchschnitt für Tunnel No. 3 bis 10	6706,6		404633	2507467	60	374	cf. Bemerkung.		294180	44	Summe der Tunnel No. 3 — 8 = 41093 Frcs.; Summe der Tunn. No. 9, 10 = 463826 Frcs.; Mittel der Tunnel No. 3 — 8 = 9,0 Frcs.; Mittel der Tunnel No. 9, 10 = 216 Frcs.
B. Tunnel mit vollständiger Ausmauerung.												
11	T. de Rilly	3450,0	Kreide.	186220	547619	54	119	137309	39,8	83566	24	Durchschnittl. 2,9 Frcs. pro 1 Cub.-Mtr. Erdarbeit. Bei dem Ausbruche des Tunnels nach Herstellung des Richtstollens wurde bezahlt: für 1 Cub.-Meter zu gewinnen 0,57 Frcs., für Laden und Entladen 0,12 Frcs., für Transport und Heben durch die Schächte 1,13 Frcs., für Nebenarbeiten 0,23 Frcs., zusammen 2,35 Frcs.
12	T. de Pagny	571,7	{ Kalkstein, } { kalk. Mergel }	36684	288282	64	504	28511	49,9	32121	56	Durchschnittl. 7,8 Frcs. pro 1 Cub.-Mtr. Erdarbeit. Für die Förderung der Erdarbeit wurde 5,8 Frcs., für den Transport im Innern des Tunnels wurde 0,9 Frcs., aufsen 1,1 Frcs., zusammen 7,8 Frcs. bezahlt.
13	T. de Foug	1121,9	Mergel.	69289	472731	62	421	59292	52,8	64737	58	Durchschnittl. 6,8 Frcs. pro 1 Cub.-Mtr. Erdarbeit.
14	T. de Batignolles I.	333,0	{ Gips, Sand, } { Mergel. }	Die Ausführung der Tunnels No. 14 und 15 ist in General-Entreprise erfolgt; spezielle Angaben sind nicht vorhanden.								
15	T. de Batignolles II.	333,0										
16	T. d'Armentières	656,0	Letten, Mergel.	53277	215846	81	329	155309	237	66826	102	Durchschnittl. 4,1 Frcs. pro 1 Cub.-Mtr. Erdarbeit.
17	T. de Nanteuil	944,0	Mergel.	72551	274600	77	291	204883	217	93816	99	" 3,8 " " 1 " "
18	T. de Harellet	184,0	Letten.	Die Ausführung des Tunnel ist in General-Entreprise erfolgt.								
19	T. de Montretout	168,0	Mergel.	—	81239	62	484	39920	238	22500	134	" 7,8 " " 1 " "
20	T. de St. Cloud	504,0	{ Mergel, } { Gipslette. }	—	213166	—	423	127727	253	89304	177	
21	T. de Chezy	452,8	Sand, Thon.	40390	106805	89	236	296896	657	38113	84	" 2,6 " " 1 " "
22	T. de Chalifert	168,5	Mergel, Sand.	15639	40633	93	241	130900	777	30636	182	" 2,6 " " 1 " "
	Summa resp. Durchschnitt der Kosten (T. No. 11-13, 16, 17, 19-22.)	8036,9		—	2240921	—	278	1180747	147	521616	65	Auf die Durchschnittszahlen sind die sehr von den übrigen Tunnel-Ausführungen abweichenden Resultate des Tunnels de Rilly (No. 11) von wesentlichem Einflusse.
	Summa der Massen (T. No. 11-13, 16, 17, 20-22.)	7364,9		474050	—	64	—	—	—	—	—	
C. Ueberwölbte Einschnitte.												
23	T. de la Rue St. Martin	97,0		Die Ausführung der überwölbten Einschnitte No. 23 u. 24 ist in General-Entreprise erfolgt; spezielle Angaben sind nicht vorhanden.								
24	T. de la Rue de Noailles	46,0										
25	T. des étangs Gobert	140	Sand.	43139	57232	308	409	—	—	12512	89	
26	T. de la Place de l'Europe II.	160,3	Gips u. Mergel.	23000	50251	143	314	—	—	35150	219	In den Kosten der Erdarbeiten ist die Summe von 11335 Frcs. für die Ueberfüllung der Gewölbe einbegriffen.
27	T. de la Place de l'Europe I.	183,7	Sand u. Mergel.	In General-Entreprise ausgeführt; etc.								

Ermittlung der Durchbiegungen einiger der gebräuchlichsten eisernen Brücken-constructions-Systeme.

§. 1. Die Einbiegung eines elastischen Stabes, der an den Enden unterstützt ist, ist gegeben durch die Bedingung

$$\frac{E \cdot T}{\rho} = M = \frac{(p + \pi)}{2} x (l - x), \quad (1)$$

worin E der Elasticitätsmodul, T das Trägheitsmoment des Querschnitts und ρ der Krümmungsradius der Biegungcurve bedeuten. M ist das Moment der äußern Kräfte, und ist dasselbe bei gleichmäßiger Belastung mit $p + \pi$ pro lfd. Fuß $\frac{p + \pi}{2} x (l - x)$.

Dieser Gleichung sind die gebräuchlichen Balkenbrücken-Constructionen unterworfen. Bei denselben besteht der Querschnitt nur aus dem Querschnitt der Gurtungen. Ist derselbe 2Ω , also für eine Gurtung Ω , die Entfernung der beiden Gurtungen von einander y , und k die mittlere Belastung des Materials pro Quadratzoll Querschnitt, so ist die Bedingungsgleichung für die Tragfähigkeit

$$M = \Omega y k, \quad (2)$$

oder mit Berücksichtigung von (1)

$$\frac{E T}{\rho} = \frac{(p + \pi)}{2} x (l - x) = \Omega y k. \quad (3)$$

Nun ist aber das Trägheitsmoment des Querschnitts in Bezug auf seine Axe $T = \frac{\Omega y^2}{2}$, daher reducirt sich (3) auf

$$\frac{E y}{2 \rho} = k = \frac{(p + \pi) x (l - x)}{2 \Omega y}. \quad (4)$$

Aus diesen beiden Gleichungen (4) lassen sich die größten Einbiegungen des Balkens berechnen, je nachdem man eine Construction des Balkens nach bestimmten Principien annimmt. Durch die Construction sind y und Ω als Functionen von x zu bestimmen, und es kann danach ρ und k gefunden werden.

§. 2. Es ist besonders zu bemerken, daß der Querschnitt Ω verschieden ausfällt, je nachdem man bei genieteten Constructionssystemen entweder durch die Nietlöcher, oder gleich dahinter durchschneidet. Es wird deshalb auch k in diesen beiden Schnitten verschiedene Werthe haben. Für kleine Aenderungen von x , z. B. von einem Nietloche zum andern, ändern sich M und y nur unbedeutend, weswegen Ωk für dieselben constant gesetzt werden kann. Da nun die Ausdehnung des Materials $\frac{k}{E}$ ist, und diese auf die Senkung influirt, so wird die Senkung sehr verschieden ausfallen, je nachdem k aus diesem oder jenem Querschnitte bestimmt wird. Um die Senkung richtig zu ermitteln, muß daher für k der Mittelwerth eingeführt werden, welcher sich aus dem mittleren Querschnitte ergibt.

Nimmt man z. B. an, daß auf je 16 □ Zoll Fläche ein Nietloch von 1 Zoll Durchmesser = 0,78 □ Zoll trifft, so ist der mittlere Querschnitt $\Omega = \frac{16 - 0,78}{16} = \Omega_{0,95}$, und daher das mittlere $k' = \frac{k}{0,95} = 1,05 k$, wenn man unter k das kleinste k_{\min} versteht. Es wird nun aber das größte k_{\max} im kleinsten Querschnitte stattfinden, und soll dasselbe 10000 Pfund nicht übersteigen.

Rechnet man auf 4 Zoll Breite ein Niet von 1 Zoll, so ist der kleinste Querschnitt $\Omega_{\min} = 0,75 \Omega_{\max}$, also das größte $k_{\max} = \frac{k_{\min}}{0,75} = \frac{4}{3} k_{\min}$, und $k' = 0,75 \cdot 1,05 k_{\max} = \text{circa } 0,8 k_{\max}$.

Ist somit die Construction auf den Maximalwerth von

$k = 10000$ nach Abzug der Nietlöcher berechnet, so darf für die Untersuchung der Biegungsverhältnisse doch nur beispielsweise der Werth 8000 als Maximalwerth in Rechnung gestellt werden. Dieser reducirte Werth von k_{\max} wird nun mit k' bezeichnet werden.

In Gleichung (4) ist allgemein k' nicht constant, sondern er ist eine Function von x , deren Maximalwerth zwischen $x = 0$ und $x = l$ der Balkenlänge den Werth $k'_{\max} = 8000$ Pfd. nicht übersteigt.

§. 3. Es werde nun zunächst diejenige Balkenform betrachtet, welche muthmaasslich die größten Einsenkungen erleidet unter der Voraussetzung, daß k seinen Maximalwerth nicht überschreitet. Diese ergibt sich aus der ersten der beiden Gleichungen (4)

$$\frac{E y}{2 \rho} = k. \quad (5)$$

Die größte Einsenkung findet statt, wenn die Krümmung am stärksten, also ρ für alle x den kleinsten Werth hat. Dies kann nur stattfinden, wenn y die kleinsten und k die größten Werthe annimmt. Setzt man $k = k'_{\max}$, so hat man für y und Ω die Bedingung (4)

$$\Omega y = \frac{(p + \pi) x (l - x)}{2 k'}.$$

y wird um so kleiner sein können, je größer Ω sein wird. Da es nun nicht daran liegt, einen Balken mit großen Einsenkungen zu construiren, sondern einen Balken mit wenig Materialaufwand, so wird man Ω mit Rücksicht auf letztere Bedingung zu bestimmen haben.

Nimmt man Ω constant für alle x , so ist

$$y = \frac{(p + \pi) x (l - x)}{2 k' \Omega},$$

eine Parabel, und das Balkensystem ein parabolisches. Die Parabel ist gegeben, wenn man die Höhe des Systems in der Mitte für $x = \frac{l}{2}$; $y = h$ feststellt. Es ist dann

$$h = \frac{(p + \pi) l^2}{8 k' \Omega} \quad \text{und} \quad \Omega = \frac{(p + \pi) l^2}{8 h k'},$$

daher $y = \frac{4 h x (l - x)}{l^2}$ (6)

und Gleichung (5) ist für das parabolische Balkensystem

$$\frac{1}{\rho} = \frac{k' l^2}{2 E h x (l - x)}.$$

Setzt man die Constante

$$\frac{k' l^2}{2 E h} = A, \quad (7)$$

so hat die Biegungcurve die einfache Form

$$\frac{1}{\rho} = \frac{A}{x (l - x)}. \quad (8)$$

Man setze die unbekannte Biegungcurve

$$\eta = f(x),$$

dann ist für kleine Einbiegungen

$$\frac{1}{\rho} = \frac{d^2 \eta}{dx^2} = \frac{A}{x (l - x)} \quad (9)$$

und man erhält die größte Einsenkung δ in der Mitte des Systems, wenn man in der Gleichung

$$\eta = \int dx \int \frac{A dx}{x (l - x)} \quad (10)$$

$x = \frac{l}{2}$ setzt.

Zur Ausführung der ersten Integration setze man zunächst $\frac{x}{l - x} = z$; es ist dann $x = \frac{z l}{1 + z}$, $(l - x) = \frac{l}{1 + z}$

$$x(l-x) = \frac{z^2 l^2}{(1+z)^2}, \quad dx = \frac{ldz}{(1+z)^2}; \text{ daher} \\ \frac{d\eta}{dx} = A \int \frac{dx}{x(l-x)} = \frac{A}{l} \int \frac{dz}{z} = \frac{A}{l} \ln z + C. \quad (11)$$

Wegen der Symmetrie der Curve ist die Tangente in der Mitte horizontal, daher $\frac{d\eta}{dx} = 0$, wenn $x = \frac{l}{2}$ oder $z = 1$ ist; somit ist die Constante $C = 0$, und η ergibt sich aus der Gleichung

$$\eta = \frac{A}{l} \int \ln z \, dx = A \int \frac{dz}{(1+z)^2} \ln z. \quad (12)$$

Durch theilweise Integration erhält man

$$\eta = A \left\{ -\frac{\ln z}{1+z} + \int \frac{dz}{z(z+1)} \right\}. \quad (13)$$

Setzt man $\frac{z}{z+1} = v$, so ist $z = \frac{v}{1-v}$, $dz = \frac{dv}{(1-v)^2}$, $\int \frac{dz}{z(z+1)} = \int \frac{dv}{v} = \ln v + C$, daher

$$\eta = A \left\{ -\frac{\ln z}{1+z} + \ln v + C \right\}.$$

Da nun $v = \frac{z}{z+1}$, $z = \frac{x}{l-x}$, $v = \frac{x}{l}$, so hat man

$$\eta = A \left\{ \ln \frac{x}{l} - \frac{l-x}{l} \ln \frac{x}{l-x} + C \right\}. \quad (14)$$

Für $x = 0$ ist $\eta = 0$, daher $C = 0$, und die Gleichung der Biegungcurve ist mit Rücksicht auf (7)

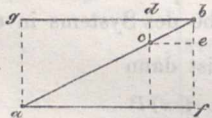
$$\eta = \frac{kl^2}{2Eh} \left[\ln \frac{x}{l} - \frac{l-x}{l} \ln \frac{x}{l-x} \right], \quad (15)$$

die größte Einsenkung aber für $x = \frac{l}{2}$

$$\delta = + \frac{kl^2}{2Eh} \ln \frac{1}{2} = - \frac{kl^2}{2Eh} 0,6931 = - 0,3465 \frac{kl^2}{Eh}. \quad (16)$$

Bei der vorstehenden Berechnung ist die Einbiegung nur aus dem Biegemoment bestimmt und die Verticalkraft nicht berücksichtigt, welche in jedem Querschnitte wirkt.

Berechnet man die Senkung durch die Verticalkraft, ohne Rücksicht auf das Biegemoment, so ist diese gleich der Verkürzung der Verticalprojection



beider Gurtungen; denn sei ab ein Theil der parabolischen Gurtung, und derselbe verkürzt sich um den Theil cb durch Anspannung bis zur Grenze k , so ist nur die Verkürzung db bei der Biegung in Rechnung gestellt und die Senkung daraus berechnet. Der Theil be bringt jedoch eine directe Senkung hervor und ist diese $bf \frac{k}{E}$, wenn $bc = \frac{k}{E} ab$ ist. —

Die Verlängerung der Theile der unteren Gurtung bringt eine Senkung in demselben Sinne hervor, daher ist die Gesamtsenkung aus der Verticalkraft $\delta' = -h \frac{k}{E} = -\frac{kl^2}{Eh} \cdot \frac{h^2}{l^2}$, und die Senkung des Systems mit Rücksicht auf beide Kräfte absolut genommen:

$$\Delta = \delta + \delta' = \left[0,3465 + \frac{h^2}{l^2} \right] \frac{kl^2}{Eh}. \quad (17)$$

Da bei der gleichförmigen Maximalbelastung des parabolischen Trägersystems das Gitterwerk unbelastet ist, und nur die Gurtungen als Gleichgewichtscurven die Unterstützung der Last bewirken, so ist die elastische Senkung des Systems nur die Pfeilveränderung dieser Curven, die aus ihrer Längenveränderung um $\frac{k}{E} s$, wenn s die Länge der Gurtung ist, hervorgeht, und lässt sich die elastische Senkung daher auch aus der Veränderung der Länge eines Parabelbogens finden, wenn zugleich eine Veränderung der Spannweite l angenommen wird.

Die Länge des Parabelbogens, dessen Spannweite l und Pfeilhöhe h ist, ist annäherungsweise:

$$s = l \left(1 + \frac{8}{3} \frac{h^2}{l^2} \right).$$

Aendern sich s , l und h sehr wenig, s und h negativ und l positiv, so ist

$$-\Delta s = \left(1 + \frac{8}{3} \frac{h^2}{l^2} \right) \Delta l - l \cdot \frac{8h^2}{3l^3} \Delta l - l \cdot \frac{8 \cdot 2h}{3l^2} \Delta h,$$

$$\text{oder} \quad \Delta h = \frac{\Delta s + \Delta l \left(1 - \frac{8}{3} \frac{h^2}{l^2} \right)}{\frac{16h}{3l}}. \quad (18)$$

Nun ist für einen parabolischen Träger mit unterer gerader horizontaler Gurtung

$$\Delta s = l \cdot \frac{k}{E} \left(1 + \frac{8h^2}{3l^2} \right),$$

$$\Delta l = l \frac{k}{E},$$

$$\text{daher} \quad \Delta h = (\delta + \delta') = \frac{l^2 k}{8hE} = 0,375 \frac{kl^2}{Eh}; \quad (19)$$

hat der Träger 2 symmetrische parabolische Gurtungen, so ist $\Delta l = 0$ und in (19) für $h = \frac{h}{2}$ zu setzen, man erhält dann

$$\Delta = \delta + \delta' = \frac{3\Delta s}{8h} = \frac{3kl^2}{8hE} \left(1 + \frac{8h^2}{12l^2} \right) = \left[0,375 + \frac{h^2}{4l^2} \right] \frac{kl^2}{Eh}. \quad (20)$$

Setzt man $\frac{k}{E}$ rund = $\frac{1}{3400}$ und $\frac{l}{h} = 8$, so ist

$$\frac{kl^2}{hE} = \frac{l}{425}, \text{ und}$$

$$\text{nach Gleichung (17)} \quad \Delta = \frac{l}{425} (0,3465 + 0,0156) = \frac{l \cdot 0,3621}{425} = \frac{l}{1174},$$

$$- \quad (19) \quad \Delta = \frac{l \cdot 0,375}{425} = \frac{l}{1133},$$

$$- \quad (20) \quad \Delta = \frac{l \cdot 3758}{425} = \frac{l}{1131}.$$

Von diesen 3 Werthen ist der erstere, als der genauer ermittelte, der zuverlässigere. Er entspricht der Senkung bei Anspannung des Materials von 0 bis k' , oder bei Belastung von 0 bis $p + \pi$ pro lfd. Fufs.

Setzt man $\frac{l}{\Delta} = m$, so ist bei Anwendung der Gleichung (17) für Δ

$$m = \frac{Eh}{kl \left(0,3465 + \frac{h^2}{l^2} \right)}, \quad (21)$$

worin m das Verhältniß der Einbiegung zur Länge des parabolischen Trägers ist. Dieses Verhältniß ist für alle Träger constant, für welche E und k dasselbe und das Pfeilverhältniß $\frac{h}{l}$ dasselbe ist. Für Schmiedeeisen wird E ohne großen Fehler zu 27000000 angenommen werden können. k hängt von der Nietverbindung ab. Ist die größte Anstrengung im Nettoquerschnitt (nach Abzug der Nietlöcher) 10000 Pfd., und ist dieser Querschnitt Ω , der Brutto-Querschnitt dagegen Ω_1 , und man nimmt an, daß die Nietköpfe Deckplatten sind für die Nietlöcher, welche ein stärkeres Ausdehnen des Eisens neben denselben nicht gestatten, so wird man $k = 10000 \frac{\Omega}{\Omega_1}$ setzen können. Es bleibt dieses Verhältniß für jeden Fall speciell zu untersuchen. Das Verhältniß $\frac{l}{h}$, die Länge zwischen den Mitten der Stützpunkte, dividirt durch die Entfernung der Schwerpunkte der Gurtungen in der Mitte des Trägers, ist ebenfalls aus der Construction zu ermitteln. Um eine Uebersicht über die möglichen Coefficienten m zu erlangen, sind in nachstehender Tabelle deren Werthe berechnet für $E = 27000000$, $k = 6000$ bis 9000 Pfd., $\frac{l}{h} = 8$ bis 12.

E=27000000	$\frac{l}{h} =$				
	8	9	10	11	12
k = 6000	1552	1395	1262	1154	1061
= 7000	1328	1195	1082	990	909
= 8000	1160	1046	947	866	795
= 9000	1034	929	842	767	707

I.

Will man die Einsenkung in Linien erhalten, so ist die Länge des Trägers in Fufs durch nachstehende Coefficienten zu theilen:

E=27000000	8	9	10	11	12
k = 6000	10,8	9,7	8,8	8,0	7,4
= 7000	9,2	8,3	7,5	6,9	6,3
= 8000	8,05	7,3	6,6	6,0	5,5
= 9000	7,2	6,5	5,9	5,3	5,0

Beispiel: Die Parabelbalken der Eisenbahnbrücke über die Brahe bei Czersk in der Bromberg-Thorner Eisenbahn haben 81 Fufs Spannweite, $8\frac{1}{8}$ Fufs Höhe im Scheitel der Parabel, und sind berechnet für eine Last von 40 Centner pro lfd. Fufs incl. Eigengewicht. Dabei ist die Spannung in den Gurtungen 1640 Centner, mithin bei einer Anstrengung des Materials von 10000 Pfd. pro \square Zoll der erforderliche Nettoquerschnitt $\Omega = 16,4 \square$ Zoll pro Gurtung, oder für alle 4 Gurtungen $65,6 \square$ Zoll.

Die Ausführung ergibt einen Brutto-Querschnitt in den beiden oberen Gurtungen von $2 \cdot 20\frac{7}{16} = 40\frac{14}{16} \square$ Zoll, in den beiden unteren Gurtungen von $2 \cdot 20 = 40 \square$ Zoll, mithin zusammen $\Omega_1 = 80\frac{14}{16} \square$ Zoll. Nimmt man an, dafs die durch die Nietlöcher vergrößerte Ausdehnung resp. Zusammenpressung durch die Verminderung derselben durch Nietköpfe und Deckplatten nur aufgehoben werde, so ist die mittlere Anspannung des Materials bei einer Belastung bis zu $p + \pi = q = 40$ Ctr. pro lfd. Fufs Geleise $10000 \frac{\Omega}{\Omega_1} = 10000 \frac{65,6}{80,9} = 8100$ Pfund rund.

Hiernach ergibt sich das betreffende m nach obiger Formel:

$$m = \frac{27000000 \cdot 40\frac{14}{16}}{8100 \cdot 81 [0,3465 + (\frac{1}{8})^2]} = 1151,$$

oder, wenn die Einbiegung in Linien gemessen wird,

$$m = \frac{1151}{144} = 8.$$

Wird die Brücke mit $\pi_1 = 25$ Centner pro lfd. Fufs Geleise belastet, so mufs sich demnach eine Einsenkung

$$\delta = \frac{\pi_1}{q} \cdot \frac{l}{m} = \frac{25 \cdot 81}{40 \cdot 9} = 6,33 \text{ Linien ergeben.}$$

Anmerk. Die Biegungs-Versuche haben eine geringere Einsenkung ergeben, und ist daraus zu schliesfen, dafs der Elasticitätsmodul des verwendeten Eisens gröfser ist, und wohl auch, dafs der mittlere Querschnitt durch Anrechnung der Deckplatten in den Stöfsen ermittelt werden mufs.

§. 4. Setzt man y constant gleich h und den Querschnitt der Gurtungen variabel, so kann man wieder ein Balkensystem construiren, in welchem k' constant ist, und welches demnächst die gröfsten Einsenkungen haben wird. Aus dem zweiten Theil der Gleichung (4) erhält man dazu die Bedingung

$$k = \frac{(p + \pi) x (l - x)}{2 \Omega h}, \text{ oder} \\ \Omega = \frac{(p + \pi) x (l - x)}{2 h k}. \quad (22)$$

Es entspricht dieses System dem gewöhnlichen Gitterbalken, der an den Enden unterstützt ist, überall gleiche Höhe

hat und im Querschnitt der Gurtungen den Spannungen proportional modificirt ist. Da die Querschnitte in der Praxis nur sprungweise abnehmen können, so werden die Einsenkungen der betreffenden Brücken kleiner sein, als die aus obiger Bedingung berechneten, und niemals diese Grenze überschreiten dürfen. Die Einsenkungen werden jedoch gröfser sein als bei einem Gitterträger, dessen Querschnitt überall constant ist, und der im nächsten Paragraph berechnet werden wird. Zwischen diesen beiden Grenzen wird man das System je nach seiner Vollkommenheit einschätzen können, und so einen Schlufs ziehen können auf die einer regelrechten Construction zukommende Einsenkung. Der erste Theil der Gleichung (4) liefert für den in Rede stehenden Gitterbalken die Biegungscurve, die nur den horizontalen Kräften entspricht:

$$\frac{Eh}{2q} = k, \quad (23)$$

woraus folgt, dafs q für alle x constant $= \frac{Eh}{2k}$ ist, und daher ist die elastische Linie ein Kreisstück. Ist die Sehne l , die Einsenkung der Mitte δ , so ergibt sich diese, wenn δ klein

$$\delta : \frac{l}{2} = \frac{l}{2} : 2q \\ \delta = \frac{l^2}{8q} = \frac{1}{4} \frac{k l^2}{Eh} = 0,25 \frac{k l^2}{Eh}, \quad (24)$$

wogegen die Einsenkung sub (16) $0,35 \frac{k l^2}{Eh}$ betrug.

Die Einwirkung der im Vorstehenden nicht berücksichtigten Vertikalkraft auf die Einsenkung besteht in Verkürzung und Verlängerung der Gitterstäbe, die gewöhnlich um 45 Grad gegen die Horizontale geneigt stehen. Hierdurch tritt eine Verschiebung des Vierecks ein, in welchem 2 Gitterstäbe die Diagonalen bilden. Wären die Gitterstäbe in ihren Querschnitten ebenfalls den Kräften proportional bemessen, so sind alle $\frac{k}{E}$ gleich grofs, und die senkrechte Verschiebung, welche die Einsenkung vermehrt, ist pro Viereck $h \frac{k}{E}$. Die horizontale Verschiebung ist bereits in der Biegung mit berücksichtigt.

Da auf die halbe Spannweite $\frac{l}{2h}$ Vierecke kommen, so ist die Senkung der Mitte in Folge der Verschiebung

$$\delta' = \frac{lk}{2E} = \frac{h}{2l} \cdot \frac{k l^2}{Eh}. \quad (25)$$

Die Grenze der Einsenkung einer leichtest construirten Gitterbrücke beträgt demnach

$$\Delta = \delta + \delta' = \left(0,25 + \frac{h}{2l}\right) \frac{k l^2}{Eh} \text{ (confer. Gl. 17.)} \quad (26)$$

Setzt man $\frac{k_1}{E} = \frac{1}{3400}$ (conf. §. 2) wie in §. 3, $\frac{l}{h} = 10$, so wird:

$$\Delta = \frac{l}{1133} \text{ in Fufs, } \frac{l}{7,9} \text{ in Linien.} \quad (27)$$

Es ist somit der Coefficient der Einbiegung für diesen Gitterbalken von gleicher constanter Höhe und variablem Querschnitt:

$$m = \frac{l}{\Delta} = \frac{Eh}{k_1 l \left(0,25 + \frac{h}{2l}\right)}. \quad (28)$$

§. 5. Ist bei dem Gitterbalken $y = h$ constant, und ebenso der Querschnitt Ω constant, nämlich:

$$\Omega h k' = \frac{(\pi + p) l^2}{8}; \quad \Omega = \frac{(p + \pi) l^2}{8 k' h},$$

so ist das k der Gleichung (4) variabel und ändert sich mit x . Die Biegungscurve ergibt sich dann, wenn man aus den Gleichungen (4) h eliminirt,

$$\frac{Eh}{2q} = \frac{(p + \pi) x (l - x)}{2 h \Omega} = \frac{4 k'}{l^2} x (l - x), \text{ oder} \quad (29)$$

$\frac{1}{q} = \frac{d^2 \eta}{dx^2} = Bx(l-x)$, wenn man $\frac{8k'}{l^2 E h} = B$ setzt. (30)
(Hierin bedeutet k' die mittlere Maximalspannung, conf. §. 2.)

Durch 2 malige Integration ergibt sich:

$$y = -\frac{Bx}{12} (l^3 - 2lx^2 + x^3) \text{ als Biegungcurve. (31)}$$

Die größte Einsenkung in der Mitte ist, abgesehen vom Vorzeichen: $\delta = \frac{5Bl^4}{8 \cdot 24} = \frac{5k'l^2}{24 E h} = 0,2083 \frac{k'l^2}{E h}$. (32)

Sind die Gitterstäbe ebenfalls gleich stark gemacht, und entspricht ihr Querschnitt der Spannung auf dem Stützpfiler, so ist die Einsenkung durch die Verschiebung der Vierecke nur halb so groß als die durch Gleichung (25) angegebene, da die elastischen Längenänderungen anstatt constant zu sein, dann in einer arithmetischen Reihe proportional den Spannungen abnehmen. Es ist mithin:

$$\delta' = \frac{h}{4l} \cdot \frac{k l^2}{E h}, \quad (33)$$

und die Gesamteinsenkung:

$$A = \delta + \delta' = \left(0,2083 + \frac{h}{4l}\right) \frac{k l^2}{E h}. \quad (34)$$

Demnach ist der Coefficient m für einen Gitterbalken mit constanter Höhe und constantem Querschnitte für A in Fufs:

$$m = \frac{l}{A} = \frac{E h}{k_1 l \left(0,2083 + \frac{h}{4l}\right)} \quad (35)$$

und für A in Linien:

$$m = \frac{E h}{k_1 l \left(0,2083 + \frac{h}{4l}\right) 144} \quad (36)$$

Vergleicht man den Gitterbalken mit constantem Querschnitt mit jenem des vorigen Paragraphen, dessen Querschnitt variabel gedacht worden, so hat letzterer in den Gurtungen $\frac{1}{3}$ Material weniger, in den Gittern $\frac{1}{2}$ weniger, dabei ist jedoch der Coefficient in der Formel (37) 0,2083, welcher von dem Querschnitt der Gurtungen abhängt, nur auf 0,25, also um das 1,2fache gestiegen, während der Coefficient, der von dem Querschnitte der Gitterstäbe abhängt, $\frac{1}{4}$, auf das Doppelte, nämlich auf $\frac{1}{2}$ gestiegen ist. — Für $\frac{E}{k_1} = 3400$; $\frac{l}{h} = 10$ ist m dabei von 10,4 auf 7,9 gefallen. Bei der praktischen Ausführung der Gitterbalken wird man durch stufenweise Verminderung des Querschnitts der Gurtungen und der Gitterstäbe erstere nicht um mehr als $\frac{1}{6}$ und letztere nicht um mehr als $\frac{1}{3}$ erleichtern können. Interpolirt man hiernach die Coefficienten, so ist für solche Ausführungen zu setzen:

$$m = \frac{E h}{k_1 l \left(0,229 + \frac{h}{3l}\right) 144} \quad (37)$$

welcher Coefficient für obige Werthe von E , k , l und h $m = 9$ ergibt.

Für gewöhnliche Fälle wird m noch etwas größer, also die Brücke steifer ausfallen, als ihn Gleichung (37) angiebt, da die Rahmenquerschnitte gewöhnlich an den Enden noch zu stark gemacht werden, und zumal in dem Gitterwerke der Werth von k_1 bedeutend geringer ausfällt als 0,8 der größten zulässigen Spannung. — Wird bei der Construction nicht mit besonderer Sorgfalt verfahren, so kann trotz der Variation der Querschnitte, durch kleine Werthe von k_1 , der Werth von m noch größer werden, als ihn die Gleichung (36) angiebt.

§. 6. Bei den gekuppelten oder continuirlichen Trägern setze man für die Berechnung, um nicht zu complicirte Bedingungen zu erhalten, den Querschnitt und die Höhe constant. Ist der Querschnitt bei der Ausführung verschieden ausgeführt, so wird die wirkliche Einbiegung einem mittleren gleichförmigen Querschnitt entsprechen, oder auch, die Ein-

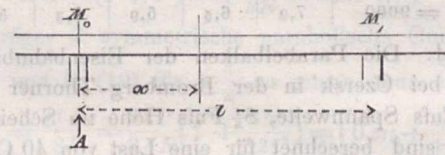
biegungen werden zwischen den Einbiegungen von Balken liegen, die entweder den größten oder den kleinsten Querschnitt durchweg constant erhalten haben.

Setzt man für ET der Kürze wegen ε , so ist Gleichg. (1)

$$\frac{\varepsilon}{q} = M = \varepsilon \frac{d^2 \eta}{dx^2} \quad (38)$$

die Gleichung der elastischen Curve, gleichwie bei den einfach aufliegenden Trägern; man hat nur für M das im Punkte x stattfindende Moment der äußeren Kräfte einzusetzen.

Es werde von einer beliebigen Zahl Oeffnungen, die ein continuirlicher Balken überspannt, eine beliebige betrachtet, so unterscheidet sich der dieselbe überspannende Balkentheil von einem an den Enden frei aufliegenden Balken dadurch, daß über jedem Pfeiler noch ein Biegemoment vorhanden ist, welches von dem Zusammenhange mit den Theilen der nächsten Oeffnungen herrührt. Es seien diese Biegemomente M_0 und M_1 .



Der Anfangspunkt der Coordinaten liegt auf der Mitte des Pfeilers links. Dasselbst wirkt auf den Balkentheil das Moment M_0 und der Widerstand des halben Pfeilers A . Außerdem sei Eigengewicht und Belastung pro lfd. Fuß q , dann ist das Biegemoment im Punkte x :

$$M = M_0 + \frac{qx^2}{2} - Ax, \quad (39)$$

im Punkte l dagegen

$$M_1 = M_0 + \frac{ql^2}{2} - Al, \quad (40)$$

woraus sich für A der Werth $A = \frac{ql}{2} + \frac{M_0 - M_1}{l}$ ergibt. Dieser in (39) und (38) eingesetzt, giebt

$$\varepsilon \frac{d^2 \eta}{dx^2} = M = M_0 + \frac{qx^2}{2} - \left[\frac{ql}{2} + \frac{M_0 - M_1}{l} \right] x. \quad (40^a)$$

Durch Integration ergibt sich

$$\varepsilon \frac{d\eta}{dx} = M_0 x + \frac{qx^3}{6} - \left[\frac{ql}{2} + \frac{M_0 - M_1}{l} \right] \frac{x^2}{2} + \varepsilon \alpha_0. \quad (41)$$

Da für $x=0$ $\frac{d\eta}{dx} = \alpha_0$ der Tangente des noch unbekanntenen Neigungswinkels ist, so hat man die Constante gleich $\varepsilon \alpha_0$ zu setzen. Setzt man $x=l$, so wird $\frac{d\eta}{dx} = \alpha_1$, daher:

$$\varepsilon \alpha_1 = (M_0 + M_1) \frac{l}{2} - \frac{ql^3}{12} + \varepsilon \alpha_0; \quad (42)$$

die zweite Integration ergibt aus (41)

$$\varepsilon \eta = \frac{M_0 x^2}{2} + \frac{qx^4}{24} - \left[\frac{ql}{2} + \frac{M_0 - M_1}{l} \right] \frac{x^3}{6} + \varepsilon \alpha_0 x. \quad (43)$$

Da für $x=0$, $y=0$ ist, so ist auch die Constante Null. Setzt man $x=l$, so ist ebenfalls $y=0$, daher

$$0 = \frac{M_0 l^2}{2} + \frac{ql^4}{24} - \left[\frac{ql}{2} + \frac{M_0 - M_1}{l} \right] \frac{l^3}{6} + \varepsilon \alpha_0 l, \quad (44)$$

eine Gleichung, aus welcher man α_0 bestimmen kann:

$$\alpha_0 = \frac{ql^3}{24 E} - \frac{l(2M_0 + M_1)}{6 \varepsilon}. \quad (45)$$

Setzt man diesen Werth für α_0 in Gleichung (42) ein, so erhält man $\alpha_1 = -\frac{ql^3}{24 E} + \frac{l}{6 \varepsilon} (M_0 + 2M_1)$. (46)

Die Gleichungen (45) und (46) lassen sich übersichtlicher schreiben, wenn man darin

$$\frac{\alpha_0 \cdot 24 \varepsilon}{l^3} = a_0; \quad \frac{\alpha_1 \cdot 24 \varepsilon}{l^3} = a_1; \quad \frac{4M_0}{l^2} = b_0; \quad \frac{4M_1}{l^2} = b_1 \quad (47)$$

setzt. Man erhält dann die beiden Gleichungen

$$\begin{cases} b_1 = q - a_0 - 2b_0 \\ a_1 = q - 2a_0 - 3b_0 \end{cases} \quad (48)$$

Ist ein Balken über n Oeffnungen gestreckt, so erhält man für jede Oeffnung zwei solche Gleichungen, mithin $2n$ Gleichungen mit $4n$ Unbekannten. Die Belastung q ist zwar für jede Oeffnung gleichförmig, für verschiedene Oeffnungen jedoch verschieden anzunehmen. Da nun über jedem Mittelpfeiler die Momente und die Neigungswinkel je zweier Balkentheile gleich groß sind, so ergeben sich hierfür aus (47) noch $2(n-1)$ Bedingungsgleichungen für die $n-1$ Mittelpfeiler. Die zwei noch fehlenden Gleichungen zur Bestimmung der $4n$ Unbekannten ergeben sich aus dem Zustande der Enden des Balkens. Diese sind in der Regel frei, und ist dann das betreffende M an den Enden Null, woraus noch zwei Bedingungsgleichungen entstehen.

Man kann somit für jeden continuirlichen Balken von gleichmäligem Querschnitt und gleichförmiger Belastung in jeder Oeffnung, aber verschiedene Belastungen und Spannweiten in den einzelnen Oeffnungen, für jede Oeffnung b_1, a_1, a_0 und b_0 finden. Setzt man diese Werthe in (47) ein, so erhält man $\alpha_1, \alpha_0, M_1, M_0$, und somit ist die Biegeschurve Gleichung (43) gegeben, sobald ε durch die Construction bestimmt worden ist. (Diese Entwicklung ist von Clapeyron.)

§. 7. Für einen continuirlichen Träger, welcher zwei gleich große Oeffnungen überspannt, hat man noch nach den Auseinandersetzungen der vorigen Paragraphen folgende 8 Bedingungsgleichungen, wenn die erste Oeffnung mit $p + \pi$, die zweite mit p belastet ist

$$\begin{aligned} b_1 &= p + \pi - a_0 - 2b_0 & a_1 &= p + \pi - 2a_0 - 3b_0 \\ b'_1 &= p - a'_0 - 2b'_0 & a'_1 &= p - 2a'_0 - 3b'_0 \\ M_0 &= 0, \text{ daher } b_0 = 0 & M'_1 &= 0, \text{ daher } b'_1 = 0 \\ M_1 &= M'_0, \text{ daher } b_1 = b'_0 & a_1 &= a'_0, \text{ daher } \alpha_1 = a'_0. \end{aligned}$$

Die zweiten 4 Gleichungen in die ersten 4 eingesetzt, reducirt diese auf:

$$\begin{aligned} b_1 &= p + \pi - a_0 & a_1 &= p + \pi - 2a_0 \\ 0 &= p - a_1 - 2b_1 & a'_1 &= p - 2a_1 - 3b_1 \end{aligned}$$

Setzt man b_1 und a_1 aus der ersten und zweiten in die dritte Gleichung ein, so findet man daraus a_0

$$a_0 = \frac{2p + 3\pi}{4} \quad (49)$$

und diesen Werth in die erste gesetzt ergibt

$$b_1 = \frac{2p + \pi}{4} \quad (50)$$

a_1 und a'_1 zu bestimmen ist für die Einbiegung der ersten Oeffnung nicht erforderlich.

Die Gleichungen (47) ergeben nun

$$\begin{cases} \alpha_0 = \frac{l^2}{24E} \cdot \frac{2p + 3\pi}{4} = \frac{l^3}{24\varepsilon} a_0 \\ M_1 = \frac{l^2}{4} \cdot \frac{2p + \pi}{4} = \frac{l^2}{4} b_1 \end{cases} \quad (51)$$

Setzt man in Gleichung (43) $x = \frac{l}{2}$, so wird $\eta = \delta$, und da $M_0 = 0$, $q = p + \pi$, und α_0 und M_1 durch (51) gegeben sind, so erhält man

$$\delta = \frac{l^4}{48E} \left[a_0 - \frac{3(p + \pi)}{8} + \frac{b_1}{4} \right] = \frac{l^4}{48\varepsilon} \cdot \frac{4p + 7\pi}{16} \quad (52)$$

Da nun $\varepsilon = ET = E \frac{\Omega h^2}{2}$ constant genommen werden muß, so ist für Ω ein mittlerer Querschnitt einzuführen. Der Querschnitt Ω bestimmt sich aus Gleichung $M = \Omega h k$. Das größte Moment auf dem Mittelpfeiler ist $M_1 = \frac{b_1 l^2}{4} = \frac{l^2 (2p + \pi)}{4 \cdot 4}$. Man erhält dasselbe für gleichförmige Maximalbelastung, wenn man für π Null, und für p, q setzt,

$$M_{1 \max} = \frac{q l^2}{8} \quad (53)$$

Das Moment zwischen 2 Pfeilern wird für die Maximalbelastung nur einer Oeffnung am größten, und bestimmt sich aus Gleichung (40^a), wenn man $M_0 = 0$ und $M_1 = \frac{l^2}{4} \cdot \frac{2p + \pi}{4}$ setzt:

$$M = \frac{x}{2} \left[(p + \pi)(x - l) + \frac{(2p + \pi)l}{8} \right] \quad (54)$$

Man findet das x , für welches M ein Maximum hat, wenn man $\frac{dM}{dx} = 0$ setzt,

$$x = \frac{l}{16} \cdot \frac{6p + 7\pi}{p + \pi} \quad (55)$$

und ist daher

$$M_{\max} = \frac{l^2 (6p + 7\pi)^2}{32 \cdot 16 (p + \pi)} = \frac{(p + \pi) l^2}{32 \cdot 16} \cdot \left(\frac{6p + 7\pi}{p + \pi} \right)^2 \quad (56)$$

Ist das Eigengewicht sehr klein, so nähert sich dieser Werth dem Ausdruck $(\pi + p) l^2 \cdot 0,0957$, ist das Eigengewicht sehr groß, dem Ausdruck $(p + \pi) l^2 \cdot 0,07$. Für Mittelbelastungen kann man

$$M_{\max} = \frac{(p + \pi) l^2}{11} = \frac{q l^2}{11} \quad (57)$$

annehmen, und entspricht dies ungefähr dem Werthe $3p = \pi$.

Giebt man den Gurtungen einen gleichförmigen Querschnitt, so bestimmt sich derselbe aus dem Maximalmomente über dem Mittelpfeiler aus Gleichung (2), wenn man darin für y die constante Höhe h setzt:

$$\Omega h k' = \frac{q l^2}{8}, \text{ mithin } \Omega_{\max} = \frac{q l^2}{8 h k'}$$

Läßt man den Querschnitt über den Oeffnungen nur dem Maximalmomente daselbst entsprechen, so ist er für diese Theile nach Gleichung (2) und (57)

$$\Omega'_{\max} = \frac{q l^2}{11 h k'}$$

zu bestimmen. Erstreckt sich der Querschnitt Ω_{\max} auf $\frac{1}{5}$ der Trägerlänge und Ω'_{\max} auf $\frac{4}{5}$ derselben, was ungefähr einer einfachen Construction entspricht, so wäre in diesem Falle der mittlere Querschnitt $\Omega = \frac{\Omega_{\max} + 4 \Omega'_{\max}}{5} = \Omega_{\max} \cdot \frac{4 \cdot 3}{5}$.

Läßt man den Querschnitt noch mehr variiren, so daß er zwischen den Maximalmomenten und gegen die Endauflager hin nach den Biegemomenten entsprechende Verringerungen erfährt, so wird die zu erreichende praktische Grenze für die mittleren Querschnitte etwa $\Omega = \frac{2}{3} \Omega_{\max}$ sein.

Um auch die durch die Variation des Querschnitts hervorgebrachte Vermehrung der Einsenkung zu berücksichtigen, wird man die nicht ganz zutreffende Annahme machen können, daß ein Träger mit variirendem Querschnitt eben so stark einbiege, als ein Träger, dessen Gurtungen gleichförmig den mittleren Querschnitt erhalten haben. Den mittleren Querschnitt findet man stets, wenn man das Volumen der Gurtung durch ihre Länge theilt, und wird, wie oben nachgewiesen, das Verhältniß desselben zum größten Querschnitt $\frac{\Omega_{\max}}{\Omega}$, welches mit a bezeichnet werden soll, zwischen den Grenzen 1 und $\frac{3}{2}$ liegen, und im Mittel zu $\frac{4}{3}$ angenommen werden können.

Da nun der größte Querschnitt $\Omega_{\max} = \frac{(q) l^2}{8 h k'}$ ist, so wird der mittlere Querschnitt, der zur Bestimmung von ε in der Gleichung (52) zu benutzen ist,

$$\Omega = \frac{q l^2}{8 \cdot a h k'}$$

sein, und man erhält

$$\varepsilon = ET = E \frac{\Omega h^2}{2} = \frac{E q l^2 h}{16 \cdot a \cdot k'} \quad (58)$$

wonach Gleichung (52) übergeht in

$$\delta = \frac{l^2 a \cdot k' (4p + 7\pi)}{E h 48 q} \quad (59)$$

welche Gleichung auch gültig ist für ein π , welches nicht dem größten zulässigen und in q enthaltenen gleich ist.

Da die Querschnitte der Gitterstäbe auch nur zum Theil den Maximalspannungen angepaßt werden können, und gewöhnlich größer sind als erforderlich, im Mittel aber kleiner als die der am stärksten angespannten Stäbe, so wird man, um der Variation der Querschnitte einigermaßen Rechnung zu tragen, für die dem entsprechende Senkung einen Mittelwerth zwischen den durch Gleichungen (33) und (25) gegebenen Werthen annehmen können, etwa

$$\delta' = \frac{h \cdot k' l^2}{3 l \cdot E h}$$

Dieser Werth entspricht der größten Belastung π ; soll π auch kleinere Werthe annehmen können, so ist die dem entsprechende Senkung um $\frac{p+\pi}{q}$ kleiner, mithin

$$\delta' = \frac{h}{3 l} \cdot \frac{k' l^2}{E h} \cdot \frac{p+\pi}{q}, \quad (60)$$

und die Gesamtsenkung beträgt demnach

$$\Delta = \delta + \delta' = \frac{k' l^2}{E h} \left[\frac{4p+7\pi}{48 \cdot q} a + \frac{h(p+\pi)}{3 l \cdot q} \right]. \quad (61)$$

Man sieht aus dieser Gleichung, daß sich die Senkung durch Addition zusammensetzt aus einem Theile, der dem Eigengewicht p allein, und einem Theile, der der Belastung π allein entspricht. Der letztere ist gewöhnlich allein der gemessene bei angestellten Probelastungen, und benennt man ihn mit δ , so ist

$$\delta = \frac{\pi}{q} \cdot \frac{k' l^2}{E h} \left(\frac{7 \cdot a}{48} + \frac{h}{3 l} \right). \quad (62)$$

Setzt man nun wieder $\delta = \frac{\pi l}{q m}$, so ist der Coefficient m für einen gekuppelten Träger über 2 gleiche Oeffnungen und von constanter Höhe, wenn δ in der Mitte der einen belasteten Oeffnung gemessen werden soll,

$$m = \frac{E h}{k' l \left(0,146 \cdot a + \frac{h}{3 l} \right) 144}, \quad (63)$$

wobei man durch die Gleichung $\delta = \frac{\pi l}{q m}$, δ in Linien erhält, während l in Fufsien auszudrücken ist.

Folgende Zusammenstellung giebt die Werthe von m an, welche bei üblichen Constructions je nach der Wahl von k' , a und $\frac{h}{l}$ durchlaufen werden:

$\frac{E}{k}$	$\frac{h}{l}$	a	m
3000	$\frac{1}{11}$	1	10,8
"	"	1,25	9,0
"	"	1,5	7,6
3500	$\frac{1}{10}$	1	13,6
"	"	1,25	11,3
"	"	1,5	9,7
4000	$\frac{1}{9}$	1	17,0
"	"	1,25	14,1
"	"	1,5	12,1

Da diese Werthe sehr verschieden sind, so ersieht man daraus, daß es von Wichtigkeit ist, bei Berechnung von δ vorher die Werthe von k' , $\frac{l}{h}$ und a genau zu ermitteln. (In Bezug auf k' conf. §. 2.)

§. 8. Es sei ein continuirlicher Träger über 3 Oeffnungen von gleicher Spannweite gegeben, und es werde nur die Einsenkung durch die Belastung bei einer Seitenöffnung betrachtet.

Für jede Oeffnung bestehen die Gleichungen (48), mithin ist

$$b_i = q - a_i - 2 b_o \quad (1)$$

$$a_i = q - 2 a_o - 3 b_o \quad (2)$$

$$b_{ii} = p - a_i - 2 b_i \quad (3)$$

$$a_{ii} = p - 2 a_i - 3 b_i \quad (4)$$

$$b_{iii} = p - a_{ii} - 2 b_{ii} \quad (5)$$

$$a_{iii} = p - 2 a_{ii} - 3 b_{ii} \quad (6)$$

Außerdem ist das Biegemoment an den Enden Null, daher $b_o = 0$; $b_{iii} = 0$; $q = p + \pi$.

Aus 1) und 2) erhält man

$$b_i = p + \pi - a_o$$

$$a_i = p + \pi - 2 a_o,$$

dies in 3) und 4) gesetzt, giebt:

$$b_{ii} = 4 a_o - 2 p - 3 \pi$$

$$a_{ii} = 7 a_o - 4 p - 5 \pi,$$

dies in 5) eingesetzt, giebt, da $b_{iii} = 0$ ist,

$$0 = 9 p - 15 a_o + 11 \pi,$$

und es ist daher

$$a_o = \frac{9 p + 11 \pi}{15} \quad (65)$$

und

$$b_i = \frac{6 p + 4 \pi}{15} \quad (66)$$

Die Einbiegung erhält man, wenn man diese Werthe in Gleichung (52) einsetzt,

$$\delta = \frac{l^3}{48 E} \left[\frac{39 p + 51 \pi}{120} \right]. \quad (67)$$

Setzt man hierin entsprechend dem vorigen Paragraph $\varepsilon = \frac{E \cdot q l^2 h}{16 k' \cdot a}$ und δ' ebenso $= \frac{h}{3 l} \cdot \frac{k' l^2}{E h} \cdot \frac{p+\pi}{q}$, so ist

$$\Delta = \delta + \delta' = \frac{k' l^2}{E h} \left[\frac{(39 p + 51 \pi) a}{6 \cdot 60 \cdot q} + \frac{h(p+\pi)}{3 l q} \right]. \quad (68)$$

Aus dieser Gleichung ergibt sich die Einsenkung δ , welche durch die Belastung π in der Mitte hervorgebracht wird, wenn man $p = 0$ setzt:

$$\delta = \frac{\pi}{q} \cdot \frac{k' l^2}{E h} \left(\frac{51 \cdot a}{360} + \frac{h}{3 l} \right).$$

Setzt man nun wieder $\delta = \frac{\pi l}{q m}$, so ist der Coefficient

$$m = \frac{E h}{k' l \left(0,142 \cdot a + \frac{h}{3 l} \right) 144},$$

wenn δ in Linien, l und h in Fufsien gemessen wird.

Nachstehende Tabelle giebt eine Uebersicht der Coefficienten für einige Verhältnisse:

$\frac{E}{k}$	$\frac{h}{l}$	a	m	m'
3000	$\frac{1}{11}$	1	11	14,1
"	"	1,25	9,1	11,5
"	"	1,5	7,8	10,0
3500	$\frac{1}{10}$	1	13,9	17,2
"	"	1,25	11,6	14,4
"	"	1,5	9,9	12,5
4000	$\frac{1}{9}$	1	17,3	21,4
"	"	1,25	14,4	18,0
"	"	1,5	12,4	15,6

§. 9. Zur Berechnung der Einbiegung der Mittelöffnung des Trägers des vorigen Paragraphen, wenn diese allein mit π' belastet ist, hat man die 6 Gleichungen:

$$b' = p - a_o \quad (1)$$

$$a_i = p - 2 a_o \quad (2)$$

$$b_{ii} = p + \pi' - a_i - 2 b_i \quad (3)$$

$$a_{ii} = p + \pi' - 2 a_i - 3 b_i \quad (4)$$

$$0 = p - a_{ii} - 2 b_{ii} \quad (5)$$

$$a_{iii} = p - 2 a_{ii} - 3 b_{ii} \quad (6)$$

Setzt man 1) und 2) in 3) und 4), so erhält man

$$b_{ii} = 4 a_o - 2 p + \pi$$

$$a_{ii} = 7 a_o - 4 p + \pi;$$

dies in 5) eingesetzt, giebt

$$0 = 9 p - 15 a_o - 3 \pi \text{ oder}$$

$$a_0 = \frac{9p - 3\pi}{15} \quad \text{Dies in 1) u. 2) gesetzt, giebt}$$

$$a_1 = \frac{b\pi - 3p}{15}$$

$$b_1 = \frac{bp + 3\pi}{15}$$

$$b_{II} = \frac{bp + 3\pi}{15}$$

Setzt man in (43) für $x = \frac{l}{2}$, und eliminiert α^0 und M_0 ,

α_1 und M_1 durch die Gleichungen (47), so erhält man

$$\delta = \frac{l^4}{48E} [a_0 + \frac{1}{4} b_0 + \frac{1}{4} b_1 - \frac{3}{8} (p + \pi)]$$

als Einbiegung der ersten Oeffnung, und für die Mittelöffnung

$$\delta = \frac{l^4}{48E} [a_1 + \frac{1}{4} b_1 + \frac{1}{4} b_{II} - \frac{3}{8} (p + \pi)],$$

wenn diese allein belastet ist.

Für a_1 , b_1 und b_{II} hat man die oben berechneten Wer-

Ermittlung der Coefficienten der gleitenden Reibung auf Eisenbahnschienen.

(Annales des ponts et chaussées 1861, 2.)

M. H. Bochet hat durch Experimente die Coefficienten der gleitenden Reibung auf Eisenbahnschienen ermittelt, und für nicht zu kleine reibende Flächen den Reibungswiderstand

$$f = p \left[\frac{k - \gamma}{1 + av} + \gamma \right]$$

gefunden, worin p den Druck normal zur gleitenden Fläche, v die Geschwindigkeit, k , γ und a constante durch die Versuche bestimmte Größen bezeichnen. — Es nähert sich demnach für sehr kleine Geschwindigkeiten der Reibungswiderstand dem Werthe $f = p \cdot k$, und wäre k die Zahl, welche wir mit dem Reibungscoefficienten der Ruhe bezeichnen. Je größer die Geschwindigkeit v , desto mehr nähert sich f dem Werthe $p \cdot \gamma$. Es giebt mithin keine eigentliche Reibung der Ruhe, die um einen endlichen Werth von einer Reibung der Bewegung verschieden wäre. Der Werth a hat sich für alle Materialien ziemlich constant herausgestellt und beträgt 0,3, wenn v in Meter pro Secunde, 0,1 wenn v in Fussen pro Secunde gegeben ist. —

1) Die größten Reibungswiderstände entstehen bei weichen Holzarten, Leder oder Guttapercha auf trockenen Schienen ohne Schmiermittel. Es ist dann

$$k = 0,7 \text{ bis } 0,4, \text{ im Mittel } 0,6,$$

$$\gamma = 0,3, \text{ also im Mittel}$$

$$f = p \left(\frac{0,6 - 0,3}{1 + 0,1v} + 0,3 \right),$$

the zu setzen, um $\delta = \frac{l^4}{48E} \cdot \frac{39\pi + 3p}{120}$ zu erhalten.

Die Einsenkung durch Aenderung der Gitterstäbe ist $\delta' = \frac{k l^2}{Eh} \cdot \frac{h}{3l} \cdot \frac{p + \pi}{q}$, mithin die Gesamteinsenkung, wenn man für $\varepsilon = \frac{E q l^2 h}{16 k' a}$ setzt,

$$A = \delta + \delta' = \frac{k' l^2}{Eh} \left(\frac{3p + 39\pi}{360} a + \frac{(p + \pi)h}{3lq} \right),$$

und die der Belastung π allein entsprechende Einsenkung der belasteten Mittelöffnung

$$\delta = \frac{\pi}{q} \frac{k' l^2}{Eh} \left(\frac{39 \cdot a}{360} + \frac{h}{3l} \right).$$

Aus dieser Gleichung ergibt sich der Coefficient

$$m' = \frac{\pi l}{q \delta} = \frac{Eh}{kl \left(0,108 a + \frac{h}{3l} \right) 144},$$

dessen Werthe für einige Fälle der Tabelle des vorigen Paragraphen beigelegt sind. W. Schwedler.

worin der Zähler des Bruches die Grenzen des Reibungscoefficienten enthält.

2) Für die Reibung von harten trockenen Holzarten auf Schienen hat die Reibung den Mittelwerth

$$f = p \left(\frac{0,53 - 0,25}{1 + 0,1v} + 0,25 \right).$$

Es sind also die Grenzen der Reibungscoefficienten 0,53 u. 0,25.

3) Für die Reibung von rauhem Eisen auf Schienen wurde im Mittel gefunden:

$$f = p \left(\frac{0,4 - 0,1}{1 + 0,1v} + 0,1 \right);$$

dabei erreichte k in einzelnen Fällen die Grenzen 0,6 u. 0,25.

4) Für glattes oder polirtes Eisen auf Schienen war k nicht über 0,4, zuweilen 0,17 und selbst 0,12, gewöhnlich 0,2 bis 0,3, $\gamma = 0,08$ bis 0,12. Dabei war es ohne Einfluss, ob das Eisen trocken, feucht, selbst fettig war, mit Ausnahme wenn die Flächen klein waren. Im Mittel hätte man daher:

$$f = p \left(\frac{0,3 - 0,1}{1 + 0,1v} + 0,1 \right).$$

5) Die geringsten Reibungen ergaben sich bei nassem oder fettem Holze und zwar im Mittel

$$\text{für nasses Holz } f = p \left(\frac{0,25 - 0,1}{1 + 0,1v} + 0,1 \right),$$

$$\text{für gefettetes Holz } f = p \left(\frac{0,16 - 0,04}{1 + 0,1v} + 0,04 \right).$$

W. S.

Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

Versammlung am 7. September 1861.

Vorsitzender: Herr Afsmann.

Schriftführer: Herr Hobrecht.

Herr Hitzig, von einer Reise nach Antwerpen und Baden zurückgekehrt, macht einige Mittheilungen über dieselbe. Es

seien in Baden-Baden von dem Spielpächter Benazet neben den Speisesälen vier neue höchst elegante und prächtige Räume hergestellt, welche, für gewöhnlich geschlossen, nur bei Festivitäten geöffnet werden. Der erste Raum, mit einer Kuppel überdeckt, erhält durch dieselbe seine Beleuchtung; die Wände sind weiß mit reicher gemusterter Vergoldung. An ihnen ent-

lang ziehen sich Marmorbecken, welche zum Schmuck von Treibhausblumen benutzt werden. In den Ecken befinden sich Springbrunnen; das Centrum nimmt eine Fächerpalme ein. Der zweite Raum, 40 bis 50 Fufs breit und 50 bis 60 Fufs lang, hat eine sehr reiche Decke nach Art des großen Saales im Dogen-Palast, die Wände bedecken rothseidene Tapeten, die Elle zu 30 Francs; der dritte Raum, kleiner in seinen Dimensionen, im Styl Ludwigs XV. gehalten, ist wiederum weiß mit Gold; vielfache Spiegel wechseln mit Wandflächen, welche mit weißen, von Blumen-Bouquets durchmusterten Atlas-Tapeten überzogen sind. Der vierte Raum endlich ist der eigentliche Tanzsaal. Er wird durch vortretende Säulen gewissermaßen in zwei Hälften getheilt. Zwischen den Säulen sind in entsprechenden Nischen Figuren angebracht, welche Candelaber halten. Die Wandflächen bedecken Gemälde von 25 bis 30 Fufs Länge. — Außer diesem Bau erwähnte Herr Hitzig noch mehrerer eleganten Privathäuser in Baden, zunächst Pariser Banquiers angehörig; von besonderer Pracht erschienen eine Stall-Anlage, mit Raufen bestehend aus Eichenholzrahmen mit polirten Stahlstäben, gemalter Decke, eichenen Balken, hohen Paneelen, Messingbeschlägen, Mosaikfußböden etc.

Herr Hitzig macht ferner auf die sehr schöne Restauration des Domes in Speyer aufmerksam, und auf die Fresken in demselben von dem Münchener Maler Schaudolf.

Versammlung am 14. September 1861.

Vorsitzender: Herr Knoblauch.

Schriftführer: Herr Hobrecht.

Herr Schilling legt dem Verein Zeichnungen einer frühgothischen Kirche in Marienstadt (im Nassauischen) vor. Er bemerkt dabei im Wesentlichen Folgendes:

Das Cisterzienser-Kloster Marienstadt bei Hachenberg im Herzogthum Nassau wurde um das Jahr 1227 von Ordensbrüdern des Klosters Heisterbach gegründet. Von der ganzen ursprünglichen Anlage ist die Kirche bis auf den heutigen Tag im Wesentlichen unverändert erhalten, während das alte Kloster im vorigen Jahrhundert einem in sehr nüchternem Renaissancestyl gehaltenen Gebäude Platz gemacht hat.

Die Kirche ist, ähnlich der Heisterbacher Kirche, in drei Schiffen, einem einschiffigen Querhause und einem siebenseitigen Chor mit niedrigem Umgang und einem Kranz von sieben Capellen erbaut. Letztere sind im Innern kreisförmig, und auch im Außern ist jede Capelle für sich rund geschlossen, so daß die Choranlage zu den reicheren selbst gothischer Kirchen-Baukunst zählt. Die Länge der Kirche ist im Lichten 200 Fufs, die des Querhauses 100 Fufs, das Mittelschiff hat 27 Fufs, die Seitenschiffe haben 16 und 15 Fufs lichte Weite.

Der Aufbau zeigt im Chor und zum Theil im Querhause, als den ältesten Theilen, bei entschieden gothischem Constructions-System doch unverkennbare romanische Reminiscenzen in den Kunstformen, wie auch die runde Form der Capellen, welche mit fünfkappigen Kreuzgewölben überdeckt sind, noch romanisch ist. Die Gewölbe haben profilirte Rippen, ziemlich starken Busen; die massiven Strebemauern, wie sie wenige Jahrzehnde vorher an dem Heisterbacher Chore ausgeführt waren, haben hier schon Strebebögen Platz gemacht, die jedoch ganz einfach sind, ähnlich denen von St. Gereon zu Cöln. Alle Fenster sind sehr schmal und die der Capellen sogar noch im Rundbogen geschlossen. Die hohe Chorwand ruht auf acht Rundsäulen von 2 Fufs Dicke, die ein ziemlich schwerfälliges Verhältniß haben; Umgang und Capellenkranz öffnen sich beide in eine Travée des Querhauses, während die

äußerste Travée desselben in der östlichen Wand die den Cisterzienser-Kirchen eigenthümliche Altar-Nische zeigt. In der Höhe der Dächer des Chor-Umgangs und dieser Altar-Nische ist das Triforium, dessen Kleeblattform romanische Vorbilder verräth. Die Pfeilerbündel des Querhauses und die je drei Dienste über den Rundsäulen des Chors mit ihren Capitellen, so wie die mit reichem Blattwerk geschmückten Säulenknäufe dieses Theils der Kirche sind ganz romanisch. Das Triforium ist gegenwärtig vermauert.

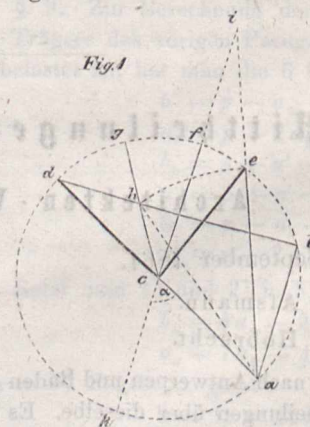
Das Langhaus der Kirche, in späterer Zeit und bis zum Anfang des XIV. Jahrhunderts erbaut, zeigt ein vollendetes gothisches Constructions-System, geht aber in der Vermeidung aller künstlerischen Ausbildung bis zu einer, jedem Beschauer empfindlichen Rohheit.

Während die Höhenverhältnisse sehr günstig sind — das Mittelschiff hat 54 Fufs 6 Zoll Höhe bei 27 Fufs Weite und die Oberfenster sind, da die Seitenschiffe nur 23 Fufs Höhe haben, verhältnißmäßig hoch — zeigen die Rundsäulen, welche die sieben Travées tragen, ein äußerst plumpes Verhältniß; sie sind 3 Fufs 4 Zoll dick und mit dem Capitell nur 13 Fufs hoch. Letzteres ist einfach gekelt, ohne plastisches oder gemaltes Ornament; erst über demselben fängt ohne Sockel der runde Dienst an, der die Gewölbrippen aufnimmt. Diese unschöne Anordnung, welche in der Kirche zu St. Denis bei Paris ein Jahrhundert früher ausgeführt war, ist in Deutschland einzig, und von französischen Mustern treu entlehnt. Das Triforium des Mittelschiffs ist jetzt ebenfalls vermauert und in je eine runde Nische in jeder Travée verwandelt. Die Pfeilerbündel der Vierung zunächst dem Mittelschiff sind Rundpfeiler mit vier alten und vier jungen Diensten; diejenigen zunächst dem Chor sind aus einem Quadrat gebildet, vor dessen vier Seiten schmalere Pfeiler mit Rundsäulchen vorgelegt sind, während die vier Ecken des Quadrats selber noch abgefast sind. Zuthaten späterer Zeit sind das große Fenster des Westgiebels, welches durch ausgebildetes gothisches Maafswerk vierfach getheilt ist, so wie das ähnliche, nur kleinere Fenster des nördlichen Giebels des Querhauses. Auch das hölzerne spitze Glockenthürmchen über der Vierung, welches den bei den Cisterzienser-Bauten stets fehlenden Thurm ersetzt, ist später errichtet.

Die Kirche hat im „Organ für christliche Kunst, Jahrgang 1860“ schon eine theilweise Publication von Wiethase erfahren, in welcher sich auch genauere Mittheilungen über Grabmonumente und Utensilien derselben finden. —

Herr Richter theilt im Nachfolgenden eine Lösung des Problems, einen Winkel geometrisch in 3 gleiche Theile zu theilen, mit.

Aufgabe. Einen Winkel mittelst Lineal und Zirkel in 3 gleiche Theile zu theilen.



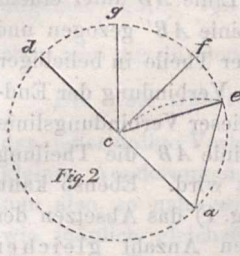
Annahme: $\angle dce$ beliebig.

Man mache $\angle ecf = \angle \frac{dce}{4}$ und

$\angle fcg = \angle gcd = \angle \frac{fcd}{2} = \frac{2}{3} \angle dce$.

Man verlängere dc bis a , schlage mit ae einen Kreisbogen, der cg in h schneidet; zieht man nun von d durch h die Gerade db und verbindet a mit b , so wird behauptet: $\angle dab = \angle dcf$;

ferner: $\angle dae : \angle eab = 2:1$.



Beweis: $\angle dae : \angle dcf = 4 : 6$
nach der Construction.

Wenn also $\angle dae = 60^\circ$ ist, so ist $\angle dcf = 90^\circ$, wie Fig. 2 zeigt, Linie ab , so wie ch und der $\angle adb$ verschwindet und ae wird gleich dem Radius r . Kleiner als r kann die Variable ae nicht werden, es ist dann $\angle adb = 0^\circ$ und $\angle dcf = 90^\circ$.

Ferner kann ae nicht größer als $2r$ werden, und ist dann in diesem Falle $\angle adb = 90^\circ$ und $\angle dcf = 0^\circ$.

Zwischen den Grenzen $ae = r$ und $ae = 2r$ vergrößert und verkleinert sich also der $\angle adb$ in umgekehrter Weise, wie $\angle dcf$, gerade so wie dies mit den beiden spitzen Winkeln eines variablen rechtwinkligen Dreiecks im Halbkreise der Fall ist, also wie die spitzen Winkel des $\triangle adb$. Ist also $ae = r$, so ist $\angle adb = 0^\circ$, ferner $\angle dcf = 90^\circ$ und ebenso $\angle dab = 90^\circ$. Ist $ae = 2r$, so ist $\angle adb = 90^\circ$, ferner $\angle dcf = 0^\circ$ und ebenso $\angle dab = 0^\circ$.

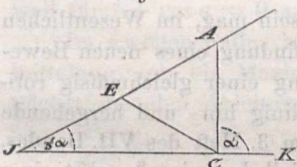
Es kann nun $\angle dab >$, $<$ oder $= \angle dcf$ sein.

Angenommen: $\angle dab > \angle dcf$ und denke man sich beide wachsen, so wird $\angle dab$ eher $= 90^\circ$ und $\angle adb$ in Folge dessen eher $= 0^\circ$ geworden sein, ehe $\angle dcf = 90^\circ$ wird, was nach Obigem unmöglich ist.

Ferner angenommen: $\angle dab < \angle dcf$, so würde in demselben Falle $\angle dcf$ früher 90° erreicht haben, ehe $\angle dab = 90^\circ$ und mithin $\angle adb = 0^\circ$ geworden ist, was eben so unmöglich ist.

Deshalb ist die Annahme nicht ungerechtfertigt, daß $\angle dab = \angle dcf$ ist.

Fig. 3.



Wenn man den $\angle AJK$ (Fig. 3) $= \frac{1}{3}\alpha$ verdreifachen wollte, so erhält man auf eine bekannte Weise, indem man $JE = EC = CA = r$ macht, $\angle ACK = \alpha$. Die Rechnung ergibt: $AE = 2r \cos \frac{2}{3}\alpha$. Dies AE müßte nun obigem ae gleich sein, wenn die Lösung eine richtige sein soll.

Aus Fig. 1 ergibt sich aber mittelst Rechnung:

$$1) \quad ae = ah = r \sqrt{4 \cos^2 \alpha + \left(\frac{\sin \frac{3}{2}\alpha}{\cos \frac{\alpha}{2}}\right)^2} \quad \text{oder auch:}$$

$$2) \quad ae = r \sqrt{1 + 2 \cos \alpha + \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \frac{\alpha}{2}}\right)^2}$$

Die Gleichheit eines dieser beiden geometrischen Ausdrücke für ae mit dem Ausdruck für AE aus Fig. 3 nachzuweisen, würde auf directem Wege durch Umwandlungen sehr schwer, wenn nicht ganz unmöglich sein. Rechnet man jedoch beliebige Beispiele bis auf 7 und mehr Decimalstellen durch, so ergibt besonders der erste Ausdruck für ae merkwürdig übereinstimmende Resultate mit dem $AE = 2r \cos \frac{2}{3}\alpha$.

Die Gleichheit beider Winkel dab und dcf dürfte um so mehr als genügend bewiesen zu erachten sein.

Construction: Will man nun einen beliebigen gegebenen spitzen Winkel, z. B. $\angle dab$ (Fig. 1) in 2 Theile zerlegen, die sich wie 2 : 1 verhalten sollen, so construirt man erst das rechtwinklige $\triangle dab$ im Kreise, wobei der Radius r beliebig gewählt werden kann; ferner mache man $\angle dcf = \angle dab$, halbire $\angle dcf$ durch cg , schlage mit ah von a aus einen Kreisbogen, der den ersten Kreis in e schneidet; verbindet man nun a mit e , so verhält sich nach Obigem:

$$\angle dab : \angle dae : \angle eab = 3 : 2 : 1.$$

Soll ein stumpfer Winkel, z. B. $\angle dcb$, ebenso zerlegt werden, so schlage man mit einem beliebigen Radius von c aus einen Kreis, verlängere dc bis a , ziehe ab und db und verfähre nun wie bei einem spitzen Winkel, ziehe aber schließlich noch die Linie ce .

Dann ist $\angle dcb = 2 \angle dab$, ferner $\angle dce = 2 \angle dae$ und $\angle ecb = 2 \angle eab$. Es verhält sich deshalb auch: $\angle dcb : \angle dce : \angle ecb = 3 : 2 : 1$.

Ein rechter Winkel wird wie ein stumpfer behandelt.

Ein Winkel von 180° und ein erhabener Winkel wird erst halbirt, und dann eine Hälfte wie ein stumpfer Winkel behandelt.

Aufgabe.

Einen Winkel mittelst Lineal und Zirkel möglichst annähernd in beliebig viel gleiche Theile zu theilen (Fig. 4).

$\angle acb = 2\alpha$ ist beliebig gegeben. Man schlage um c mit einem beliebigen Rad. r einen Kreis, halbire $\angle acb$ durch dc , errichte in c auf dc den Perpendikel fg , mache $fe = ge = fg$, und ziehe die Linien ae und be , welche den Durchmesser fg in h und i schneiden. Theilt man dann die Linie hi auf bekannte Weise in so viel gleiche Theile, als man den $\angle acb$ resp. den Bogen adb getheilt haben will, zieht dann von e durch diese Theilpunkte Gerade und verlängert dieselben bis zu ihrem Schnitt mit dem Bogen adb , so ist letzterer und mithin auch $\angle acb$ in die entsprechende Anzahl von nahezu gleichen Theilen getheilt.

Wenn diese Lösung wirklich richtig sein sollte, müßte stets sich verhalten:

$$ak : ke = hc : ce \quad \text{und} \quad ak : kc + ce = hc : ce.$$

Es ist nun ce constant $= r \cdot \sqrt{3} = r \cdot 1,7320504$,

$$hc = r \cos \alpha, \quad ak = r \sin \alpha,$$

$$hc = \frac{n}{m} r, \quad \text{wobei} \quad \frac{n}{m} \quad \text{stets ein ächter Bruch ist,}$$

$$\alpha = \frac{n}{m} \cdot 90^\circ, \quad \text{also:}$$

$$r \cdot \sin \alpha : r \cos \alpha + r \sqrt{3} = \frac{n}{m} r : r \sqrt{3}, \quad \text{woraus:}$$

$$\frac{n}{m} = \frac{\sin \alpha \cdot \sqrt{3}}{\cos \alpha + \sqrt{3}}. \quad \text{Dieses Verhältniß findet in Wahrheit aber nur statt, wenn} \quad \frac{n}{m} = 0, = \frac{1}{3} \quad \text{oder} = 1 \quad \text{ist, oder}$$

wenn $\alpha = 0^\circ, = 30^\circ$ oder $= 90^\circ$ ist. Die größten Differenzen ergeben sich bei $\alpha = 17^\circ$ und $\alpha = 73^\circ$.

Und zwar müßte bei $\alpha = 17^\circ$ entweder $\frac{n}{m}$ um 0,0005199 kleiner, oder ce um 0,0125080 $\cdot r$ größer, und bei $\alpha = 73^\circ$ entweder $\frac{n}{m}$ um 0,0070819 größer, oder ce um 0,0987037 r kleiner genommen werden.

Bei Anwendung obiger Construction in der Praxis hängt natürlich die Genauigkeit, mit der der Bogen adb in beliebig viele gleiche Theile getheilt wird, von der Größe des Radius ab. Obiges Verfahren giebt jedoch bei kleineren Radien, wie sie zu Zeichnungen gebraucht werden, hinreichend genaue Resultate.

Versammlung am 21. September 1861.

Vorsitzender: Herr Knoblauch.

Schriftführer: Herr Hobrecht.

Eingegangen ist eine Aufforderung der Czarnikow'schen Kunststein-Gießerei zur Besichtigung mehrerer architektonischen Gegenstände, angefertigt für den Bau des Rigaer Stadttheaters. Zur Besichtigung wird ein Termin festgestellt. —

Herr Rühlig berichtet über eine patentirte Erfindung des Dr. Collin aus London. Demselben ist es gelungen, aus einem Stoffe, dessen Zusammensetzung noch ein Geheimniß, eine dehnbare Druckerplatte herzustellen, vermittelt welcher eine Vervielfältigung von Zeichnungen, in reducirtem Maafstabe, durch gleichmäßige Ausdehnung oder Einziehung der Platte erfolgen kann. Derselbe theilt speciell die Vorrichtung zum Anspannen oder Abspannen der Platte mit, und behauptet, daß die reducirten Zeichnungen correct und sauber seien. —

Herr Hobrecht berichtet über die Anlage von Schlachthäusern. Nach einer Darstellung der vielfachen Mängel, welche das Schlachten in den einzelnen Schlächter-Lokalen mit sich bringt, und den Vortheilen, welche durch eine gemeinsame Schlachthaus-Anlage in sanitäts-polizeilicher Hinsicht und mit Rücksicht auf die Kosten-Ermäßigung, Reinlichkeit etc. geboten werden, giebt derselbe ein specielleres Bild von den Schlachthaus-Einrichtungen in Paris und Hamburg, und empfiehlt auch hier unter Benutzung der dort und anderweit gemachten Erfahrungen passende allgemeine Schlacht-Lokale einzurichten.

Herr Hennicke bespricht die in einem Heft der „Zeitschrift für Bauwesen“ gegebene Abhandlung des Dr. Ziurek über die Güte der verschiedenen Mörtel, namentlich des Kalk- und Cement-Mörtels, und widerspricht, auf eigene Erfahrungen bei dem Bau der Börse gestützt, einzelnen Ansichten des Verfassers, namentlich den Bedenken gegen die Anwendung des Cement-Mörtels.

Versammlung am 28. September 1861.

Vorsitzender: Herr Knoblauch.

Schriftführer: Herr Reiche.

Herr Franz kommt noch einmal auf den am 14. September von Herrn Richter gehaltenen Vortrag über Winkeltheilung zurück, und bemerkt dazu:

In einer der letzten Versammlungen des Vereins wurde ein Verfahren mitgetheilt, durch welches ein gegebener Winkel oder der dazu gehörige Kreisbogen in eine beliebige Anzahl gleicher Theile mit Hülfe der gewöhnlichen Zeichen-Geräthschaften, Zirkel, Dreieck und Lineal, auf leicht ausführbare Weise getheilt werden könne.

Daß ein solches Verfahren unter Umständen wohl von Nutzen sein mag, läßt sich nicht verkennen. Ist der gegebene Winkel oder der zugehörige Kreisbogen in eine durch 2 oder 3 theilbare Anzahl, z. B. in 8, 12, 18 gleiche Theile zu theilen, so wird allerdings jeder nur einigermaßen geübte Zeichner den Bogen eben so schnell unmittelbar halbiren und dritteln, wie die zugehörige Sehne, und das Verfahren verliert dann jeglichen Werth. Ist dagegen die verlangte Anzahl von Theilen eine größere Primzahl, wie 7, 11, 13 u. s. f. oder ein Vielfaches von solchen, ein Fall, der z. B. häufiger im Maschinenbau beim Eintheilen von Zahnrädern vorkommt, so kann ein Hülfverfahren, wie das angegebene, wohl von Vortheil sein, und desto mehr, je größer jene Primzahl ist.

Für die Theilung gerader Linien bedient man sich in solchen Fällen des bekannten Hülfsmittels, daß von einem

Endpunkte der gegebenen zu theilenden Linie AB unter einem beliebigen Winkel eine andere gerade Linie AB' gezogen und auf letzterer die verlangte Anzahl gleicher Theile in beliebiger Größe abgesetzt wird, dann aber durch Verbindung der Endpunkte BB' und durch Parallelen mit dieser Verbindungslinie aus jedem einzelnen Theilpunkte der Linie AB' die Theilung der Linie AB in Ausführung gebracht wird. Ebenso kann auch (Fig. 1) das Absetzen der verlangten Anzahl gleicher Theile in beliebiger Größe auf irgend einer mit AB parallelen gehenden $A'B'$, und die Theilung von AB dann dadurch erfolgen, daß die Verbindungslinien der Endpunkte AA' und BB' bis zu ihrem Schnittpunkte G verlängert werden, von welchem Punkte G aus alsdann die Linien nach den Theilpunkten von $A'B'$ auf AB ebenfalls gleiche Theile abschneiden.

Diesem letzteren Verfahren schließt sich nun das in Rede stehende zur Theilung eines Kreisbogens in sehr geeigneter Weise an, indem die Theilung des Bogens ganz ebenso von einem festen Punkte aus mittelst Theilung der zugehörigen Sehne erfolgt, welche letztere dann in der eben beschriebenen Weise ohne Schwierigkeit vollzogen werden kann.

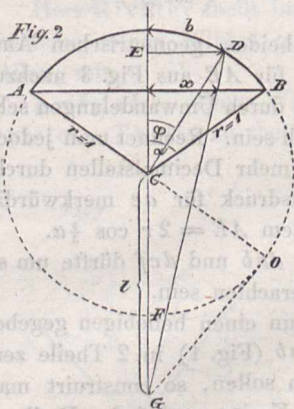
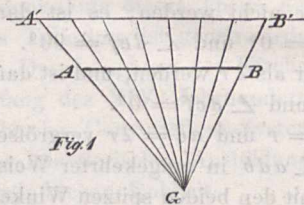
Es bedarf keiner weitem Ausführung, daß die Theilung des Bogens nicht vollkommen, sondern nur annähernd genau ausfallen wird; der Nachweis nun, wie diese Theilung so viel wie möglich einer vollkommenen Genauigkeit nahe kommend zu erreichen sei (was bei dem früher angegebenen Verfahren nicht der Fall ist), soll in den nachstehenden Entwicklungen geführt werden. Dieselben beruhen, wie hier beiläufig bemerkt sein mag, im Wesentlichen auf Untersuchungen, welche bei Erfindung eines neuen Bewegungs-Mechanismus zur Umwandlung einer gleichmäßig rotirenden in eine gleichmäßige geradlinig hin- und hergehende Bewegung angestellt wurden und im 3. Heft des VII. Bandes, Jahrg. 1861, von Bornemann's „Civil-Ingenieur“ nebst einer Beschreibung des Mechanismus mitgetheilt worden sind.

Offenbar hängt der Ausfall und die Beschaffenheit der Bogentheilung ganz allein von der Lage des Punktes G ab. Aufgabe wird also sein, die Lage dieses Punktes so zu bestimmen, daß die Bogenabschnitte fortwährend so nahe wie möglich proportional den zugehörigen Sehnenabschnitten ausfallen, daß also gleichen Sehnentheilen so nahe wie möglich gleiche Bogentheile entsprechen.

Wird Fig. 2 die Entfernung CG des Punktes G vom Mittelpunkt C des gegebenen Kreisbogens AB mit l bezeichnet, ferner der zu einem Bogenabschnitte b gehörige Centriwinkel mit φ , der dem Bogenabschnitte entsprechende Sehnenabschnitt mit x , der gegebene $\angle ACB$ mit 2α , so ist $b = \frac{r \cdot \pi}{180} \cdot \varphi$, oder, wenn in der Folge der Kürze halber durchweg $r = 1$ gesetzt wird, $b = \frac{\pi}{180} \cdot \varphi$, und es ergibt sich leicht eine Beziehung zwischen φ und x aus dem Verhältniß $x : \sin \varphi = (l + \cos \alpha) : (l + \cos \varphi)$, woraus:

$$(0) \quad x = \sin \varphi \cdot \frac{l + \cos \alpha}{l + \cos \varphi}.$$

Diese Functionalgleichung zwischen x und φ ist nun zwar



allgemein gültig von $x = 0$ bis $x = \pm \left(\frac{l + \cos \alpha}{\sqrt{l^2 - 1}} \right)$ kommt, aber hier nur in Betracht von $x = 0$ bis $x = \sin \alpha$.

Die erste Ableitung $\frac{dx}{d\varphi}$ dieser Functionalgleichung stellt das jedesmalige Verhältniß zwischen den gleichzeitigen sehr kleinen Aenderungen von x und φ vor. Dies Verhältniß muß nun also so nahe wie möglich constant sein, damit so nahe wie möglich gleichen Sehnentheilen gleiche Bogentheile entsprechen. Die erste Ableitung ist:

$$(1) \quad \frac{dx}{d\varphi} = \frac{(l + \cos \alpha)(l \cos \varphi + 1)}{(l + \cos \varphi)^2},$$

und es handelt sich nun darum, für l einen solchen Werth ausfindig zu machen, daß $\frac{dx}{d\varphi}$ möglichst nahe constant bleibe,

d. h. daß die etwaigen Maximal- und Minimal-Werthe dieser Functionalgleichung möglichst wenig von einander abweichen. Es ist also zunächst zu untersuchen, ob und welche Maximal- und Minimal-Werthe $\frac{dx}{d\varphi}$ liefert, indem nach bekannter Weise die nächstfolgende Ableitung $\frac{d^2x}{d\varphi^2} = 0$ gesetzt wird, und nach den sich dann aus der dritten Ableitung $\frac{d^3x}{d\varphi^3}$ ergebenden positiven oder negativen Werthen die entsprechenden Minima und Maxima gefunden werden.

Die zweite Ableitung ist:

$$(2) \quad \frac{d^2x}{d\varphi^2} = \frac{(l + \cos \alpha) \cdot \sin \varphi \cdot (l \cos \varphi - l^2 + 2)}{(l + \cos \varphi)^3}.$$

Soll dieselbe = 0 sein, so kann entweder $(l + \cos \alpha)$ oder $\sin \varphi$ oder $(l \cos \varphi - l^2 + 2) = 0$ sein.

Der erstere Fall ist nicht weiter in Betracht zu ziehen, weil für $l + \cos \alpha = 0$ auch x fortwährend = 0 ausfiele.

Im zweiten Falle, wenn $\sin \varphi = 0$ sein soll, ist zur Ermittlung, ob ein Maximum oder Minimum vorliegt, in der nächstfolgenden Ableitung:

$$(3) \quad \frac{d^3x}{d\varphi^3} = \frac{(l + \cos \alpha) \{ \sin \varphi^2 \cdot [2(l \cos \varphi - l^2 + 2) - (l + \cos \varphi)] + (l \cos \varphi + 1) \cdot (l \cos \varphi - l^2 + 2) \}}{(l + \cos \varphi)^4}$$

für $\sin \varphi = 0$, also für $\cos \varphi = 1$ zu setzen. Es ergibt sich dann:

$$(4) \quad \frac{d^3x}{d\varphi^3} = \frac{(l \cos \alpha)(l - l^2 + 2)}{(l + 1)^3},$$

und dieser Ausdruck ist positiv, also $\frac{dx}{d\varphi}$ für $\sin \varphi = 0$ oder für $\varphi = 0$ ein Minimum, so lange l kleiner als 2 ist, da eben so lange der Factor $(l - l^2 + 2)$ im Ausdruck (4) positiv ausfällt, für $l = 2$ aber = 0, und für l größer als 2 negativ wird, dann also ein Maximum von $\frac{dx}{d\varphi}$ andeutet. Unter allen Um-

ständen steht aber schon so viel fest, daß das Verhältniß $\frac{dx}{d\varphi}$ bei $\varphi = 0$ ein Minimum oder ein Maximum erreicht, je nachdem l kleiner oder größer als 2 ist, und zwar wird dieser kleinste oder größte Werth:

$$(5) \quad \frac{dx}{d\varphi} = \frac{l + \cos \alpha}{l + 1} \text{ für } \varphi = 0.$$

Im dritten Falle endlich, wenn $(l \cos \varphi - l^2 + 2) = 0$ sein soll, darf l von vornherein nicht größer als 2 und nicht kleiner als 1 sein, denn in dem Ausdruck $(l \cos \varphi - l^2 + 2)$ kann $\cos \varphi$ nur zwischen den Werthen +1 und -1 schwanken, und mit diesen Grenzwerten ergeben sich ohne Weiteres aus $l \cos \varphi - l^2 + 2 = 0$ oder $\cos \varphi = \frac{l^2 - 2}{l} = \pm 1$, als entsprechende Grenzwerte: $l = 2$ oder $l = 1$.

Liegt nun l innerhalb dieser Werthe 2 und 1, so erhält man a. d. Ableitung (3): $\frac{d^3x}{d\varphi^3}$, wenn in derselben $l \cos \varphi - l^2 + 2 = 0$,

folglich $\cos \varphi = \frac{l^2 - 2}{l}$ gesetzt wird:

$$(6) \quad \frac{d^3x}{d\varphi^3} = \frac{-(5l^2 - l^4 - 4) \cdot (l + \cos \alpha) \cdot l^2}{(2l^2 - 2)^3},$$

und dieser Ausdruck ist negativ, also $\frac{dx}{d\varphi}$ ein Maximum, da der Factor $(5l^2 - l^4 - 4)$ positiv für alle zwischen 1 und 2 liegende Werthe von l ausfällt. Der Ort, wo dann dieses Maximum stattfindet, ergibt sich leicht aus:

$$(7) \quad \cos \varphi = \frac{l^2 - 2}{l};$$

während das Maximum selbst sich ergibt:

$$(8) \quad \frac{dx}{d\varphi} = \frac{l + \cos \alpha}{l + 1} \cdot \frac{l^2}{4(l - 1)}.$$

Wird zu diesen eben ermittelten Maximal- und Minimal-Werthen

des Verhältnisses $\frac{dx}{d\varphi}$ noch hinzugefügt, was sich aus der Gleichung (1) für dasselbe unmittelbar ergibt, daß nämlich $\frac{dx}{d\varphi} = 0$ wird, wenn $l \cos \varphi = -1$ oder $\cos \varphi = -\frac{1}{l}$

(d. h. wenn in der Figur $G0$ senkrecht auf $C0$ steht), so erscheint ein klares Bild der Wandlungen, welchen das Verhältniß $\frac{dx}{d\varphi}$ mit den allmählig fortschreitenden Werthen von φ und x , je nach der Größe von l , unterworfen ist, ein unmittelbarer Maßstab also für die kleinen Veränderungen, welche die Bogenabschnitte bei constant gleich großen Sehnenabschnitten erleiden.

Ist nämlich l größer als 2, so hat das Verhältniß $\frac{dx}{d\varphi}$ nur ein Maximum bei $\varphi = 0$, d. h. an dieser Stelle fallen für gleich große Sehnenabschnitte die Bogenabschnitte am kleinsten aus, und werden allmählig größer, gleichzeitig aber das Verhältniß $\frac{dx}{d\varphi}$ immer kleiner, bis es für $\cos \varphi = -\frac{1}{l}$ zu 0 wird. —

Ist aber l kleiner als 2, jedoch größer als 1, so hat das Verhältniß $\frac{dx}{d\varphi}$ für $\varphi = 0$ ein Minimum, d. h. an dieser Stelle fallen für gleich große Sehnenabschnitte die Bogenabschnitte größer aus, und nehmen allmählig ab, bis $\frac{dx}{d\varphi}$ für $\cos \varphi = \frac{l^2 - 2}{l}$ ein Maximum, die Bogenabschnitte also einen kleinsten Werth erreichen, um dann abermals immer größer, das Verhältniß $\frac{dx}{d\varphi}$ gleichzeitig aber immer kleiner bis zu 0 bei $\cos \varphi = -\frac{1}{l}$ zu werden.

Ist l endlich kleiner als 1, so hat $\frac{dx}{d\varphi}$ für $\varphi = 0$ wiederum ein Maximum, d. h. die Bogenabschnitte sind für gleich große Sehnenabschnitte am größten, und werden immer kleiner, das Verhältniß $\frac{dx}{d\varphi}$ gleichzeitig aber immer größer bis zum Werthe ∞ . —

Schränkt man nun diese allgemeine Betrachtung auf den vorliegenden besonderen Fall ein, in welchem φ nur von 0 bis zum Werthe α wachsen kann, so folgt sehr bald, daß es am zweckmäßigsten sein muß, für l einen zwischen 1 und 2 liegenden Werth zu wählen, denn dann kann man das in diesem Fall stattfindende Maximum (8) von $\frac{dx}{d\varphi}$ so in den Bereich des $\angle \alpha$ legen, daß das Minimum von $\frac{dx}{d\varphi}$ bei $\varphi = 0$ genau so groß wie der Endwerth von $\frac{dx}{d\varphi}$ bei $\varphi = \alpha$ ausfällt,

d. h. dafs bei gleichen Sehnenabschnitten die Bogenabschnitte am Anfang bei $\varphi = 0$ und am Ende bei $\varphi = \alpha$ genau gleich grofs und nur dazwischen

beim Maximum von $\frac{dx}{d\varphi}$ (für $\cos \varphi = \frac{l^2 - 2}{l}$) etwas kleiner werden.

Es ist also nur zu setzen:

$$(9) \left(\frac{dx}{d\varphi} \text{ für } \varphi = 0, = \right) \frac{l + \cos \alpha}{l + 1} = \frac{l \cdot \cos \alpha + 1}{l + \cos \alpha} \left(= \frac{dx}{d\varphi} \text{ für } \varphi = \alpha \right),$$

woraus folgt:

$$(10) \quad l = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{5}{4} + \cos \alpha}.$$

So z. B. wenn der $\angle \alpha = 45^\circ$, der zweite $\angle ACB$ also $= 90^\circ =$ einem Viertelkreise gegeben ist, wird

nach (10) $l = 1,8989665$, und dann:

nach (5) für $\varphi = 0$: $\frac{dx}{d\varphi} = 0,8989665$, als Minimum,

nach (8) für $\varphi = 32^\circ 14' 47''$: $\frac{dx}{d\varphi} = 0,9015179$ als Maximum,

nach (1) für $\varphi = \alpha = 45^\circ$: $\frac{dx}{d\varphi} = 0,8989665$ als Minimum,

und es verhält sich das Minimum zum Maximum $= 1:1,0028383$, oder sehr nahe $= \frac{352}{353}$.

Dieser grösste Unterschied, welcher zwischen den einzelnen Bogentheilen innerhalb des $\angle ACB = 90^\circ$ vorkommen kann, ist nun an und für sich schon so äufserst geringfügig, dafs er in der Praxis, z. B. selbst bei zolllangen Theilabschnitten noch kaum die Breite eines Zirkelstichs ($\frac{1}{33}$ Zoll) erreichen würde. Ueberdies ist dieser grösste Unterschied auch nur ein Grenzwert, der in der Praxis noch nicht einmal, und desto weniger erreicht wird, je kleiner die verlangte Anzahl der Bogentheile, je gröfser also letztere selbst sind. So ergeben sich z. B., wenn der ganze $\angle ACB = 2\alpha = 90^\circ$ in sieben gleiche Theile getheilt werden soll, deren jeder also eigentlich $= 12^\circ 51' 26''$ sein müfste, durch Anwendung des Hilfsverfahrens die sieben Bogentheile:

$$\begin{array}{ccc} 12^\circ 51' 56'' & \frac{12^\circ 52' 32''}{\text{Max.}} & 12^\circ 51' 56'' \\ 12^\circ 51' 3'' & \frac{12^\circ 50' 45''}{\text{Min.}} & \frac{12^\circ 50' 45''}{\text{Min.}} & 12^\circ 51' 3'' \end{array}$$

und daraus ein Verhältnifs vom:

$$\text{Min. : Max.} = 1 : 1,0023104 = \frac{433}{434}.$$

Die so eben mitgetheilte streng wissenschaftliche Herleitung des Werthes von l , welcher die möglichst genaue Theilung des Bogens mittelst Theilung der zugehörigen Sehne gestattet, ist an und für sich allerdings nicht sehr zu einer praktischen Anwendung geeignet. Wenn auch die schliesliche Formel (10) für l nicht geradezu verwickelt ausfällt, um sich allenfalls dem Gedächtnifs zur jederzeitigen Anwendung einprägen zu lassen, so bedingt sie doch erst die Ausführung einiger kleinen Rechnungen, wohl gar das Vorhandensein von Logarithmentafeln, beides Voraussetzungen, die bei einem praktisch leicht auszuführenden Verfahren nicht gerade gemacht werden dürfen. Dennoch war es nöthig, diese genaue mathematische Bestimmung des günstigsten Werthes der Länge l vorzuschicken, um einen Maafsstab für andere, leichter auszuführende, also praktisch anwendbarere Bestimmungen von l an die Hand zu geben. —

Eine solche von dem theoretisch besten Werthe für l nur wenig abweichende Bestimmung folgt leicht aus der Erwägung, dafs die Länge l desto geeigneter zu einer möglichst genauen Theilung des Bogens mittelst Theilung der zugehörigen Sehne sein wird, je mehr genaue Theilpunkte der ersteren und der letzteren durch die vom Punkte G ausgehenden Theilungsstrahlen wirklich verbunden werden. Die grösste Anzahl, für welche

dies von einem Punkte G aus möglich ist, ist drei, d. h. wenn Bogen und Sehne in 4 gleiche Theile getheilt werden, und durch Verbindung der entsprechenden drei Theilpunkte der Punkt G , also die Länge l bestimmt wird.

Sehr leicht ergibt sich dann, wenn die ursprüngliche Functionalgleichung (0) zwischen Sehnen- und Bogenschnitten wieder in Betracht gezogen wird, da in derselben

$$\left(x = \sin \varphi \cdot \frac{l + \cos \alpha}{l + \cos \varphi} \right)$$

der Werth von x für $\varphi = \alpha$ gerade doppelt so grofs sein soll, wie für $\varphi = \frac{1}{2}\alpha$, dafs

$$(11) \quad \sin \alpha \cdot \frac{l + \cos \alpha}{l + \cos \varphi} = 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{l + \cos \alpha}{l + \cos \frac{\alpha}{2}} \text{ oder:}$$

$$(12) \quad l = 1 + \cos \frac{\alpha}{2} \text{ wird.}$$

Dieser Werth für l ist nun constructiv sehr leicht, lediglich mit Zirkel und Lineal zu bestimmen, indem (Fig. 2) der gegebene $\angle ACB$ in D geviertheilt wird, und dann die Länge CE ($= \cos \frac{\alpha}{2}$) an CF ($= 1$) angetragen wird, so dafs $CG = l = 1 + \cos \frac{\alpha}{2}$ gemacht ist. Für das vorher angenommene

Beispiel: $\alpha = 45^\circ$, also $\angle ACB = 90^\circ$, wird nunmehr:

nach (12) $l = 1,9238795$, und dann:

nach (5) für $\varphi = 0$: $\frac{dx}{d\varphi} = 0,8998270$, als gröfseres Minimum,

nach (8) für $\varphi = 27^\circ 49' 58''$: $\frac{dx}{d\varphi} = 0,9012376$, als Maximum,

nach (1) für $\varphi = \alpha = 45^\circ$: $\frac{dx}{d\varphi} = 0,8971496$ als kleinstes Maximum,

und es verhält sich das gröfsere Minimum (bei $\varphi = 0$) zum Maximum $= 1:1,0015677$, oder sehr nahe $= \frac{638}{639}$, während das eigentliche kleinste Minimum (bei $\varphi = \alpha$) sich zum Maximum verhält $= 1:1,0045566$, oder nahe $= \frac{219}{220}$.

Gegen das frühere Verfahren mit der möglichst günstig bestimmten Länge von l ist also auf der einen Seite, nach $\varphi = 0$ hin, an Genauigkeit gewonnen, gleichzeitig aber auf der anderen, nach $\varphi = \alpha$ hin, daran eingebüfst, was schon ohne Weiteres daraus klar wird, dafs das Maximum, welches früher bei $\varphi = 32^\circ 14' 47''$ stattfand, jetzt bei $\varphi = 27^\circ 49' 58''$ eintritt, sich also vom Endwerth $\varphi = \alpha$ entfernt hat, so dafs dieser schon kleiner und geringer als der Werth bei $\varphi = 0$ ausfällt, da $\frac{dx}{d\varphi}$ vom Maximum aus sehr schnell nach 0 zu convergirt. Dennoch aber bleibt das Verhältnifs dieses kleinsten Endwerthes zum Maximum ($= \frac{219}{220}$) immer noch so klein, dafs es für praktische Ausführungen alle Bedeutung verliert.

Von vornherein ist übrigens ersichtlich, dafs die Genauigkeit der Bogentheilung, welche durch das erstere genauere, wie durch das letztbeschriebene Hilfsverfahren erreicht werden kann, desto mehr abnimmt, je gröfser der gegebene $\angle ACB$ ist, und es würde noch die Frage zu beantworten sein, bis zu welcher Gröfse des gegebenen Winkels die obigen Hilfsverfahren mit ausreichender Genauigkeit unmittelbar in Anwendung gebracht werden können. Ist als Maafsstab der erforderlichen Genauigkeit ein bestimmter Procentsatz angegeben, welchen der Unterschied zwischen dem Minimum und Maximum nicht überschreiten solle, z. B. 0,005 oder 0,010 oder allgemein ein Werth m , so ist jene Frage sehr leicht dadurch zu beantworten, dafs man den Unterschied zwischen dem Maxi-

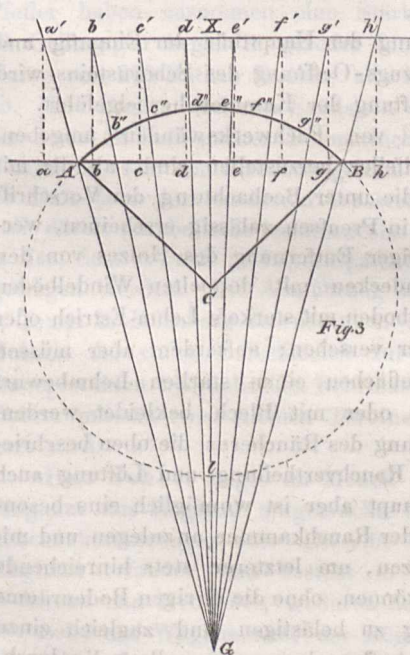
mum (8) und dem Endwerth von $\frac{dx}{d\varphi}$ für $\varphi = \alpha$, welcher jedenfalls, beim ersten wie beim zweiten Verfahren, das Minimum darstellt, gleich diesem Maassstabe der Genauigkeit setzt, also:

$$(13) \quad \frac{(l + \cos \alpha)}{(l + 1)} \cdot \frac{l^2}{4(l - 1)} - \frac{l \cdot \cos \alpha + 1}{l + \cos \alpha} = m,$$

und daraus für $\cos \alpha$ den Werth entwickelt, welcher, je nachdem l nach dem ersteren genaueren Verfahren (10) oder nach dem zweiten (12) bestimmt ist, den grössten $\angle \alpha$ angiebt, für welchen noch die verlangte Genauigkeit vom Mafse m vorhanden ist.

Mittelbar können aber die Hilfsverfahren immer und für jeden noch so grossen gegebenen Winkel angewendet werden; denn soll z. B. ein voller Kreis in 13 gleiche Theile getheilt werden, so braucht derselbe nur in vier Viertelkreise, und diese dann durch Anwendung der Hilfsverfahren für jeden einzelnen derselben in 13 gleiche Theile getheilt zu werden, von welchen Theilpunkten für den ganzen Kreis nur immer der vierte als gültig anzunehmen ist. Wenn also ein gegebener Winkel gröfser sein sollte, als der sich aus der Gleichung (13) ergebende, für welchen das Hilfsverfahren noch mit einer geforderten Genauigkeit (m) anwendbar ist, so zerlegt man den gegebenen Winkel zunächst in zwei, drei oder überhaupt in so viele gleich grosse Hauptabschnitte, dafs in jedem einzelnen derselben, unmittelbar also auch in dem ganzen gegebenen Winkel, nach Art des eben angeführten Beispiels von dem Hilfsverfahren mindestens noch mit der ausbedungenen Genauigkeit (m) Gebrauch gemacht werden kann. —

Ueber die Grundlage der in Vorstehendem besprochenen Hilfsverfahren, über die Zurückführung der Theilung des Bogens auf die Theilung der zugehörigen Sehne, dürfte nunmehr noch kurz zu bemerken sein, dafs diese Theilung der Sehne in eine gröfsere Primzahl von Theilen sehr leicht durch die im Eingange erwähnten Hilfsmittel auszuführen ist, und zwar eignet sich das zweite derselben ganz besonders für den vorliegenden Zweck. Die Ausführung des Hilfsverfahrens stellt sich dann in Vollständigkeit folgendermaafsen dar:



Nachdem (Fig. 3) für den gegebenen $\angle ACB$ die Länge l , also der Punkt G mittelst einer der beiden obigen Bestimmungen festgestellt ist, wird auf der Sehne AB die verlangte Anzahl gleicher Theile in beliebiger Grösse, symmetrisch von der Mitte aus nach beiden Seiten hin, aufgetragen. Diese Theilung wird dann durch Parallelen mit XG aus den einzelnen Theilpunkten b, c, d, e, f nach einer mit der Sehne AB parallel gehenden Linie $a'h'$ übertragen, welche dadurch erhalten wird, dafs aus den Endpunkten a' und h' der aufgetragenen Theilung Parallelen mit XG gezogen werden, deren Schnittpunkte mit den von G aus durch A und B gelegten auseinanderlaufenden Strahlen GA und GB die mit AB parallel gehende Linie $a'h'$ liefern. Die auf diese Linie

übertragenen Theilpunkte b', c', d', e', f', g' , geben nun die Punkte an, nach denen von G aus die Theilstrahlen zu ziehen sind, welche den Bogen AB in die gleichen Theile $Ab'', b''c'', c''d'', d''e'', e''f'', f''g'', g''B$ theilen. Empfohlen wird es sich, die beliebig angenommene Grösse der ursprünglich aufgetragenen Theile nach voraussichtlicher Schätzung so zu wählen, dafs die Endpunkte der Theilung ah ausserhalb AB fallen, weil dann die übertragene Theilung $a'h'$ ebenfalls ausserhalb des gegebenen Bogens und Kreises fällt, also alle kleinen, praktisch unvermeidlichen Ungenauigkeiten wegen der nach dem Bogen hin zusammenlaufenden Theilstrahlen sich verringern, entgegengesetzten Falls aber vergröfsern werden.

Uebrigens ist wohl kaum nöthig, zum Schlusse zu bemerken, dafs die Hilfsverfahren ganz eben so anzuwenden sind, wenn der gegebene Winkel oder der zugehörige Kreisbogen nicht in gleiche Theile, sondern so zu theilen ist, dafs die Theile nach einem bestimmten Gesetze ab- oder zunehmen. Eine diesem Gesetze entsprechende Theilung der Sehne und die Anwendung des Hilfsverfahrens wird gerade in solchen Fällen einen besonderen Nutzen gewähren.

Hauptversammlung am 5. October 1861.

Vorsitzender: Herr Knoblauch.

Schriftführer: Herr Franz.

Eine Anfrage in Betreff eines von Herrn Junker, Tempelhoferstrafse Nr. 21 hierselbst, empfohlenen Mineralwassers als Anstrich und Schutzmittel gegen Feuchtwerden von Mauerwerk, Faulen des Holzes und Oxydiren von Metallen, beantworteten die Herren Hennicke, Malberg und Römer durch Anführung einiger Fälle, in denen von dem genannten Mittel Gebrauch gemacht worden sei, ohne dafs sich indessen über den günstigen Erfolg desselben bis jetzt ein entscheidendes Urtheil fällen lasse.

Versammlung am 12. October 1861.

Vorsitzender: Herr Knoblauch.

Schriftführer: Herr Franz.

Herr Schmidt spricht über die beabsichtigte Aufstellung der drei Denkmale für Schiller, Goethe und Lessing vor dem hiesigen Schauspielhause. Derselbe hält die Wahl dieses Platzes nicht für geeignet; der ruhige, grosartige Eindruck jenes Schinkel'schen Gebäudes müsse durch solche Statuen, wenn es auch gelänge, ihr Höhenverhältnifs mit ihm in ungefähren Einklang zu bringen, doch wesentlich beeinträchtigt werden. Ueberdies aber sei auch der geistige Bezug dieser Männer allein auf das Schauspiel viel zu einseitig gefafst; ihre Wirksamkeit auf die Bildung des Volkes sei ungleich umfassender. Er erachte deshalb die Aufstellung dieser Statuen auf dem Opernplatze zwischen dem Palais des Königs und dem Opernhause, wo sie in organische Verbindung mit den übrigen, das äufsere wie innere Wachstum unseres Staates repräsentirenden Männern treten, für würdiger und zweckmäfsiger. —

Ueber den Bau der Ruhr-Sieg-Eisenbahn, insbesondere eines Theiles derselben beim Bahnhofe Plettenberg macht Herr Lex sodann folgende Mittheilung:

Die Ruhr-Sieg-Eisenbahn hat ihren Anfangspunkt in Hagen, einer Station der Bergisch-Märkischen Eisenbahn, und ihren Endpunkt in Siegen, wo sie mit einer Zweigbahn der Deutz-Giefsener Eisenbahn in Verbindung tritt. Sie ist durchweg für zwei Geleise mit 25 Fufs Planumbreite angelegt,

14,3 Meilen lang, und hat ihren höchsten Punkt 1313,88 Fufs über dem Meere in dem 180 Ruthen langen Rahrbacher Tunnel, mit welchem sie die Wasserscheide zwischen der Ruhr und Sieg durchbricht. Die Bahn ersteigt bis dahin eine Höhe von 1007,88 Fufs und fällt dann wieder 552,73 Fufs bis zum Bahnhofe Siegen, dessen Planum die Meeres-Ordinate 761,15 hat.

Eine specielle Strecke der Bahn, welche etwa $\frac{1}{2}$ Meile oberhalb des Bahnhofes Plettenberg-Eiringhausen liegt, ist wegen der verschiedenen in ihr vorkommenden Bau-Ausführungen von besonderem Interesse. Sie hat auf eine Länge von nur 200 Ruthen eine schiefgewölbte Brücke über den Lenne-Fluss mit 4 Oeffnungen, jede von 48 Fufs normaler lichter Weite und 11 Fufs Pfeilhöhe, eine Chaussee-Unterführung von 20 Fufs Weite und 15 Fufs Höhe mit eisernem Ueberbau, einen 22,5 Ruthen langen Tunnel, eine 10 Fufs weite gewölbte Fluthbrücke, und endlich einen sehr tiefen und aufsergewöhnlich breiten Fels-Einschnitt, welcher dazu dient, neben der Bahn den Lenne-Fluss durchzuführen, welcher an dieser Stelle zur Vermeidung von zwei Brücken verlegt worden ist.

Die einzelnen Bauwerke werden hinsichtlich ihrer Construction und der Art ihrer Ausführung speciell beschrieben und durch Vorlegung von Zeichnungen erläutert.

Versammlung am 19. October 1861.

Vorsitzender: Herr Knoblauch.

Schriftführer: Herr Franz.

Der Vorsitzende erwähnt zunächst eines ihm zugegangenen Schreibens des Herrn Wasserbau-Directors Hübbe in Hamburg, wonach derselbe dem dortigen Ober-Ingenieur Herrn Heinrich bei Gelegenheit seines 50jährigen Dienstjubiläums das Begrüßungs- und Glückwunsch-Schreiben des hiesigen Vereins übergeben habe, für welches der Jubilar vorläufig seinen Dank abstatten lasse.

Sodann macht Herr Emmich über die zweckmäßigste Anlage von Räucherammern zum Räuchern von Fleischwaaren u. dgl. folgende Mittheilung:

Räucherammern, welche namentlich auf dem Lande ein dringendes Wirthschafts-Bedürfnis sind, erreichen oft bei sonstiger sachgemäßer Anlage ihren Zweck in sofern nicht, als das Räuchern des Fleisches nicht vollständig und gleichmäßig genug vor sich geht. Dies geschieht vorzugsweise bei kleinen ländlichen Wohngebäuden, deren Schornsteinröhren bei anhaltender Feuerung auf offenen Heerden eine zu bedeutende erhitzte Rauchmasse direct in die Rauchkammer abführen, wodurch ein zu schnelles Räuchern der Fleischwaaren stattfindet, was sich durch eine schwarze, glänzende Kruste auf der Oberfläche des Fleisches zu erkennen giebt. Diesem Uebelstande dürfte durch folgende Maafsregeln am sichersten abzuhelpen sein:

Vom Schornstein aus, in welchem vermittelt einer eisernen Klappe der Rauchzutritt für die Räucherammern regulirt wird, legt man einen oder nach Erfordern mehrere Canäle von Backsteinen auf den gepflasterten Fufsboden der Kammer so entlang, dafs in der Mitte derselben ein bequemer Platz zum Aufhängen und Herabnehmen des Fleisches bleibt. — Die Canäle, 5 Zoll breit und 5 Zoll hoch im Lichten, sind in den Seitenwänden aus hochkantig gestellten Dreiquartierstücken, so wie in der Decke von flachgelegten Bieberschwänzen gebildet. Die Seitenwände der Canäle erhalten in gewissen Abständen offene Spalten zum Ausströmen des Rauches, und zwar sind dieselben in der Nähe des Schornsteins etwa 15 Zoll, nach der Thür zu nur etwa 10 Zoll von einander entfernt, damit der sich vertheilende Rauch auf der ganzen Länge des

Canals möglichst gleichförmig ausströmen kann. Die Deckschicht erhält dagegen keine Oeffnungen, damit sich an der Unterfläche der Dachziegel der Ruß ruhig absetzen kann und der Rauch gewissermaassen gezwungen wird, die ganze Länge des Canals zu erfüllen. — Der Verschluss der Canäle am Schornsteinloch geschieht entweder durch einen Schieber von Eisenblech oder mittelst eines beweglichen Dachsteins, welcher behufs Oeffnung des Zuges in die Höhe gezogen und auf den Canal am Schornstein so gelegt wird, dafs er die Oeffnung bedeckt.

Die Rauchkammer mit massiven Umfangswänden wird der Feuersicherheit wegen gewölbt, und die schmiedeeisernen Zug-Anker dienen zugleich zum Aufhängen der Fleischwaaren. Damit der Rauch auch der Höhe nach die Kammer möglichst durchziehe, ist im Scheitel des Gewölbes, in der Nähe des Schornsteins, eine mit einem Schieber von Eisenblech versehene Abzugs-Oeffnung für den verbrauchten Rauch angeordnet, die mittelst eines $\frac{1}{2}$ Stein starken, auf dem Rücken des Gewölbes aufgesetzten Rauchrohrs mit dem Schornsteine in Verbindung gesetzt ist. Die Thür zur Rauchkammer ist innerhalb derselben mit Eisenblech zu beschlagen und unterhalb mit einer kleinen, nach aufsen aufschlagenden Zugthür von Eisenblech zu versichern, hinter welcher der Beschlag der Thür selbst durchlöchert sein mufs, um den Zutritt der Luft zu gestatten und zugleich das Eindringen von Ungeziefer möglichst zu verhüten. Ein zur Seite der Eingangstür anzubringendes Fenster ist von innen verschließbar anzuordnen.

Behufs Reinigung der Canäle darf nur an passender Stelle ein Dachziegel der Decke aufgehoben und nachher wieder in Lehm eingelegt werden. — Durch Ausführung der beschriebenen Einrichtungen erreicht man folgende Vortheile:

- 1) Der unmittelbar etwa zu heisse Rauch kühlt sich in den Canälen etwas ab, bevor er zur Verwendung kommt;
- 2) der Rauch findet bei der Verminderung seiner Geschwindigkeit in den Canälen Gelegenheit, seine gröbereren Rußtheile in denselben abzulegen;
- 3) durch die vielen kleinen Ausströmungs-Oeffnungen erreicht man eine gleichmäßige Verbreitung des Rauches in der Kammer, und
- 4) durch die Oeffnung der Hauptthür am Eingang und des Schiebers in der Abzugs-Oeffnung des Schornsteins wird eine leichte, bequeme Lüftung der Kammer herbeigeführt.

Bei Rauchammern von Fachwerkswänden umgeben, welche leichter und wohlfeiler herzustellen sind, als die mit massiven Wänden, und die unter Beobachtung der Vorschrift zur Feuersicherheit auch in Preussen zulässig erscheinen, werden unter vorschriftsmäßiger Entfernung des Holzes von den Feuerungen, die Balkendecken mit doppelten Windelböden geschlossen und der Fufsboden mit starkem Lehm-Estrich oder flachem Mauersteinpflaster versehen; aufserdem aber müssen alle Wand- und Deckenflächen einen starken Lehmewurf über dem Holz erhalten oder mit Blech bekleidet werden. Dabei können zur Sicherung des Räucherns die oben beschriebenen Anordnungen zur Rauchvertheilung und Lüftung auch hier stattfinden. Ueberhaupt aber ist womöglich eine besondere Luftkammer neben der Rauchkammer anzulegen und mit ihr in Verbindung zu setzen, um letzterer stets hinreichende frische Luft zuführen zu können, ohne die übrigen Bodenräume durch den Rauchzudrang zu belästigen und zugleich einen abgesonderten Raum zur Aufbewahrung der vollständig durchräucherten Fleischwaaren zu haben. —

Herr Schwedler hält darauf einen Vortrag über das von ihm entworfene und unter seiner Leitung ausgeführte Dach des neuen Gasbehälters der englischen Gas-Anstalt am Hell-

wege hieselbst. Das erste, bereits bis zum Aufbringen der Schaalung vollendet gewesene Dach dieses Gebäudes war bekanntlich im Juni des vergangenen Jahres eingestürzt, und begann Herr Schwedler seinen Vortrag mit einem Rückblick auf diesen Einsturz und die muthmaaflichen Ursachen desselben, wie sie bereits in der Vereins-Sitzung vom 30. Juni vorigen Jahres (Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1860, S. 622), unmittelbar nach dem Unfalle, von ihm dargelegt worden waren. Es folgte sodann eine durch vielfache Skizzen und Zeichnungen erläuterte Beschreibung des neu ausgeführten Daches mit übersichtlicher Angabe der statischen Berechnungen für die einzelnen Constructionstheile desselben, namentlich für die parabolisch gekrümmten Sparren der 16 Hauptgebinde. Schliesslich beschreibt Herr Schwedler das Aufbringen des Daches auf das Gebäude, welches besonderen Schwierigkeiten unterlag, da der Gasbehälter bereits vollständig in Betrieb genommen, also im Innern mit Wasser und dem eisernen Teleskop-Kessel ausgefüllt war. Das Anbringen einer Rüstung zur Aufstellung des Daches war demnach nicht gut thunlich; es erfolgte vielmehr diese Aufstellung unter vortheilhafter Benutzung der gegebenen Verhältnisse dadurch, dass das Dach unten auf dem Kessel so weit wie möglich zusammengestellt und dann durch Einpumpen von Luft in den Kessel bis zu seiner richtigen Stellung emporgehoben wurde. Die Ausführ-

ung dieses Verfahrens ging innerhalb dreier Tage mit vollkommener Leichtigkeit und Sicherheit von statten, und dürfte sich in künftigen ähnlichen Fällen zur Beachtung empfehlen. Eine speciellere Mittheilung dieses Vortrages gedenkt Herr Schwedler später in der Zeitschrift für Bauwesen zu veröffentlichen.

Versammlung am 26. October 1861.

Vorsitzender: Herr Afsmann.

Schriftführer: Herr Franz.

Herr Stüler übergibt als ein noch von dem hochseligen Könige dem Vereine zugedachtes Geschenk eine Sammlung von Zeichnungen fürstlicher Residenzschlösser, welche auf Veranlassung des Königs gewissermaassen als Fortsetzung und Ergänzung des bekannten ähnlichen Werkes von Percier und Fontaine veranstaltet worden ist.

Die vorliegende Sammlung ist durch den Tod des Königs unterbrochen und deren Vollendung verzögert worden; einige noch fehlende Blätter, namentlich der Schlösser von Windsor und Laxenburg sind jedoch druckfertig, und werden Abzüge derselben noch nachfolgen.

Herrn Stüler wird für diese Gabe der Dank des Vereins ausgesprochen.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

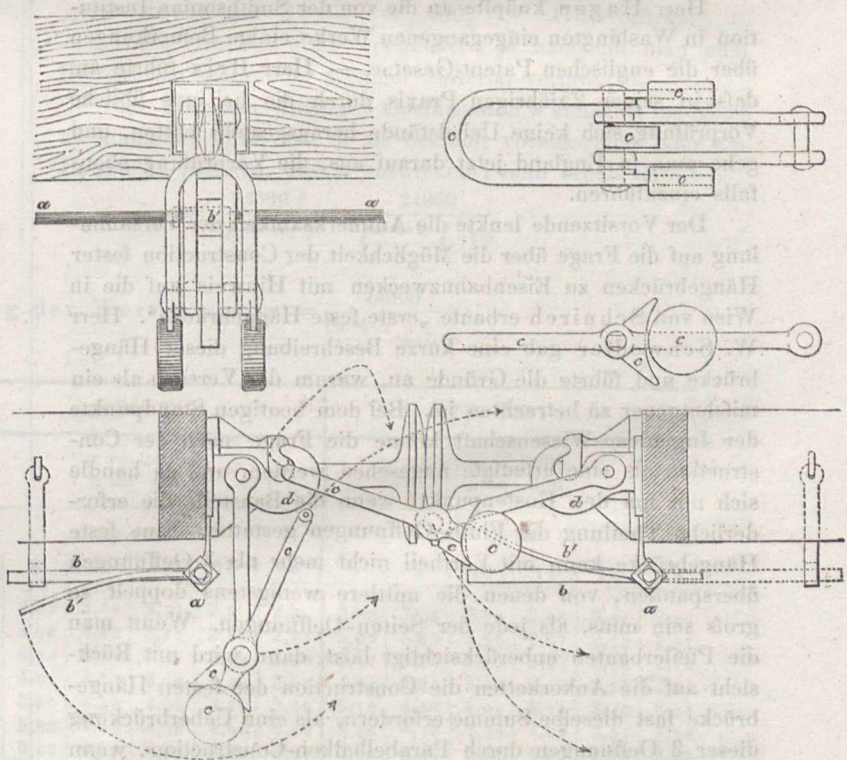
Verhandelt Berlin, den 8. October 1861.

Vorsitzender: Herr Hagen.

Schriftführer: Herr Schwedler.

Herr Veit-Meyer machte Mittheilungen über den Bau der Rheinbrücke bei Mainz. Dieselbe hat 4 Oeffnungen à 322 Fufs weit, 6 Oeffnungen à 101 Fufs, 13 Oeffnungen à 48 Fufs, 2 Oeffnungen à 79 Fufs und 7 Oeffnungen à 48 Fufs weit, zusammen etwa 3000 Fufs Durchflufs-Oeffnungen. Die Pfeiler haben zusammen eine Stärke von etwa 200 Fufs. 10 Oeffnungen liegen in gerader Linie, die übrigen in einer Curve von 200 Ruthen Radius, alle in einer Neigung von 1:75. Die Pfeiler sind von Sandstein erbaut und ruhen auf einer etwa 12 Fufs starken Bétonschiicht in Spundwänden. Die Fahrbahn, für ein Eisenbahngleise eingerichtet, liegt etwa 48 Fufs über dem kleinsten Wasserstande des Rheins, und soll durch parabolische schmiedeeiserne Balkenconstructionen in der, dem v. Pauli in Bayern patentirten, Constructionweise getragen werden. Die Ausführung hat die Fabrik von Klett & Comp. in Nürnberg übernommen. Interessant sind die zum Bohren der vielen Bolzenlöcher zur Anwendung gebrachten transportablen hydraulischen Bohrmaschinen, bei welchen jeder Bohrer mittelst einer kleinen Turbine direct in Bewegung gesetzt wird.

Herr Scholl zeigte im Modell die vom Ingenieur Bodinghaus aus England mitgebrachte Sicherheitskupplung von Eisenbahnfahrzeugen vor. Dieselbe ist von T. Osborne in England erfunden und besteht in einer Combination von Achse *aa* und Hebel *bb'*, wodurch durch einen Arbeiter, von der Seite des Wagens aus, der Bügel *cc* des einen Wagens über den Zughaken *dd* des andern geworfen werden kann. Durch dieselbe Vorrichtung geschieht auch das Lösen der Kupplung, ohne dass die Arbeiter nöthig haben, zwischen die Buffer der Wagen zu treten. Der Mechanismus wird durch die nachstehenden Zeichnungen dargestellt.



Herr Hagen berichtete darauf über den Inhalt eines vom Königl. Ober-Ingenieur Herrn Sorge zu Zwickau eingegangenen Aufsatzes, betreffend die Richtungsverhältnisse der Zwickau-Schwarzenberger Staats-Eisenbahn, in welchem die Anlage der Geleise in Curven von 300 Ellen Radius motivirt wird.

Herr E. Wiebe knüpfte daran einige Bemerkungen über die bedeutende Abnutzung der Schienen auf der Eisenbahn von Paris nach Sceaux, welche Curven von 55 Meter enthält.

Herr Odebrecht machte den Vorschlag, die gegen Schneewehen aufgestellten Schwellenwände an Eisenbahnen durch besser aussehende Hecken oder Weinspaliere zu ersetzen, wo-

rauf Herr Garcke aus Magdeburg bemerkte, daß man damit beschäftigt sei, den Schneewehen durch wirksamere höhere Hecken aus Weißdorn oder Tannenpflanzungen entgegen zu arbeiten.

Verhandelt Berlin, den 12. November 1861.

Vorsitzender: Herr Hagen.

Schriftführer: Herr Schwedler.

Herr Wiedenfeld beschrieb den Bau des neuen Lackir-Schuppens auf dem Bahnhofe in Frankfurt a. O., welcher bei 144 Fufs Länge und 75 Fufs Breite 16 Personenwagen aufnehmen kann. Das erforderliche Licht fällt von der Seite und von oben ein. Zur Erhaltung einer gleichmäßigen Temperatur sind die Außenwände massiv construirt, und ist die Decke aus Gewölben zwischen eisernen Balken, die auf eisernen Säulen ruhen, gebildet. Die Heizung geschieht durch Dampf.

Herr Fink beschrieb einen von ihm construirten Apparat zur Prüfung der Schmier-Oele. Derselbe besteht aus einem Zapfenlager, welches an einer rotirenden Welle so angebracht ist, daß es beliebig belastet werden und der Reibungswiderstand zwischen Welle und Lagerschalen durch Hebel und Gewicht gemessen werden kann. Die Reibung hat sich nicht nur nach dem Schmier-Oel, sondern auch nach dessen Temperatur verschieden herausgestellt. In einem besonderen Falle gab frisches Rüb-Oel die geringste Reibung.

Herr Hagen knüpfte an die von der Smithsonian-Institution in Washington eingegangenen Werke einige Bemerkungen über die englischen Patent-Gesetze. — Herr Brix führte an, daß in seiner 25jährigen Praxis durch die bei uns übliche Vorprüfung sich keine Uebelstände herausgestellt hätten, und gehe man in England jetzt darauf aus, die Vorprüfung ebenfalls einzuführen.

Der Vorsitzende lenkte die Aufmerksamkeit der Versammlung auf die Frage über die Möglichkeit der Construction fester Hängebrücken zu Eisenbahnzwecken mit Hinweis auf die in Wien von Schnirch erbaute „erste feste Hängebrücke“. Herr W. Schwedler gab eine kurze Beschreibung dieser Hängebrücke und führte die Gründe an, warum der Versuch als ein mißlungener zu betrachten ist. Bei dem heutigen Standpunkte der Ingenieur-Wissenschaft könne die Frage nach der Construction als eine erledigte angesehen werden, und es handle sich nur um den Kostenpunkt, wenn die Baustelle die erforderliche Theilung der Fluth-Oeffnungen gestattet. Eine feste Hängebrücke kann mit Vortheil nicht mehr als 3 Oeffnungen überspannen, von denen die mittlere wenigstens doppelt so groß sein muß, als jede der Seiten-Oeffnungen. Wenn man die Pfeilerbauten unberücksichtigt läßt, dann wird mit Rücksicht auf die Ankerketten die Construction der festen Hängebrücke fast dieselbe Summe erfordern, als eine Ueberbrückung dieser 3 Oeffnungen durch Parabelbalken-Construction, wenn beide Constructionen gleich rationell durchgeführt werden. Ist man im Stande, die 3 Oeffnungen gleich groß zu machen, ohne ihre Summa zu vermehren, so wird letztere Construction noch den Vorzug erhalten müssen. Unter gewissen Umständen bei größeren Spannweiten kann indessen die feste Hängebrücke vortheilhafter sein, als alle übrigen Constructionen, ohne jenen in Bezug auf Sicherheit nachzustehen.

Zum Schluß wurde Herr Weidner, technischer Dirigent der Sigl'schen Maschinenfabrik hierselbst, durch übliche Abstimmung als einheimisches Mitglied in den Verein aufgenommen.

Verhandelt Berlin, den 10. December 1861.

Vorsitzender: Herr Hagen.

Schriftführer: Herr Schwedler.

Herr Schwedler hielt einen Vortrag über Gewichte und Kosten verschiedener eiserner Brückenconstructions zu Eisenbahnzwecken, wie folgt:

Wenn man das Eigengewicht einer eisernen Brückenconstruction pro laufenden Fufs berechnet, so findet man bei Vergleich verschiedener weit gespannter Brücken, daß dieser Einheitswerth mit der Spannweite wächst. Wenn man das Eigengewicht der Construction pro laufenden Fufs für ein Geleise mit p bezeichnet, so kann man zunächst die Abhängigkeit von l nach der einfachen Gleichung $p = a + bl$ untersuchen. a enthält dann den Theil des Eigengewichtes, der von der Spannweite unabhängig ist, nämlich: das Geleise selbst, die hölzernen Querschwellen und der Bohlenbelag, die Schwellenträger und Querträger, und bis zu einer gewissen Grenze auch der horizontale Kreuzverband. Auch die Auflagerconstructions werden, auf den laufenden Fufs Spannweite reducirt, eine Constante geben, sind hier jedoch einstelligen nicht mit einzurechnen, da sie die Construction nicht gleichförmig belasten. Die Constante b wird sich demnach allein auf die Tragewände beziehen. Die Constante a fällt verschieden aus, je nachdem die Brückenbahn Schwellenträger erhält oder nicht, zwischen oder über den Trägern liegt, je nachdem die Querverbindungen Querträger sind oder nicht, und je nachdem die Schwellen und der Belag von Eichen- oder Kiefernholz und mehr oder weniger stark angeordnet worden. Sie bewegt sich demnach zwischen den Grenzen 360 und 775 mit einigen Ausnahmen, die besonders schwere Constructionen erhalten haben. Nachstehende Tabelle giebt eine Uebersicht:

$l = 17\frac{1}{2}$; $p = 360 + 12l$	Blechbrücke (Oberschl. Eisenbahn) ohne Schwellenträger;
$l = 34$; $p = 360 + 9l$	desgl.
$l = 35$; $p = 380 + 10l$	desgl.
$l = 37$; $p = 400 + 8l$	Blechbrücke mit Schwellenträgern (Vorpommersche Eisenb.);
$l = 39$; $p = 330 + 8l$	desgl.
$l = 40$; $p = 385 + 7,2l$	Gitterbrücke desgl. (Project);
$l = 50$; $p = 725 + 9l$	Blechbrücke mit Schwellenträgern, gekuppelt (Cöln-Giefsener Eisenb.);
$l = 52$; $p = 637 + 9l$	Gitterbrücke über die Bunitza, gekuppelt mit Schwellenträgern (Kattowitz-Czobkowitz Eisenb.);
$l = 63$; $p = 725 + 9l$	gekuppelte Gitterbrücken;
$\quad \quad \quad = 700 + 9l$	der Cöln-Giefsener Eisenbahn mit Schwellenträgern;
$l = 73$; $p = 895 + 8l$	Fachwerksbrücke über die Lahn bei Wetzlar (Cöln-Giefsener Eisenb.);
$l = 73\frac{1}{2}$; $p = 385 + 8l$	Gitterbrücke über die Ohle, mit Schwellenträgern (Oberschl. Eisenbahn);
$l = 144$; $p = 480 + 10l$	gekuppelte Fachwerksbrücke über die Mosel bei Coblenz (Rheinische Eisenbahn);
$l = 314$; $p = 1200 + 10l$	Nogatbrücke (Ostbahn);
$\quad \quad \quad (886 + 11l)$	$(\pi' = 1380)$
$l = 320$; $p = 500 + 7l$	Cölner Rheinbrücke;
$l = 387$; $p = 1500 + 12l$	Weichselbrücke (Dirschau);
$\quad \quad \quad (1140 + 13l)$	$(\pi' = 1326)$
$l = 144$; $p = 764 + 5,4l$	schmiedeeiserne Bogenbrücke bei St. Denis;

$l = 312'$; $p = 800 + 5l$ Project zur schmiedeeisernen Bogenbrücke bei Coblenz;
 $l = 81'$; $p = 450 + 6l$ (Brahebrücke bei Czernsk, Parabelträger mit Schwellenträgern).

Feste Hängebrücke (Project):

Die Ankerketten erfordern einen Zuschlag von $1,4l$ auf die Mittelöffnung allein oder $0,7l$ auf jeden Fuß der ganzen Länge, daher Gesamtgewicht:

Mittelöffnung $l = 160$; $p = 600 + 3,1l$
 Seitenöffnungen $l = 80$; $p = 600 + 7,2l$

$$P = l(a + 3,8l) + 2l'(a + 8,6l')$$

Man sieht aus der vorstehenden Zusammenstellung im Allgemeinen, daß die Eigenwichte der Eisenconstructions pro laufenden Fuß von der Spannweite ziemlich unabhängig sind, und sind die Verschiedenheiten des Coefficienten b wohl mehr in besonderen Eigenthümlichkeiten der Construction zu suchen.

Die Eigenthümlichkeiten der Construction entstehen nun aus folgenden Ursachen:

- 1) aus der Wahl des Constructionssystems,
- 2) aus der statischen Berechnung,
- 3) aus der Construction der Theile.

Das Constructionssystem ist auf die Berechnung des mittelsten nutzbaren Querschnitts ziemlich ohne Einfluß. Das Maximalmoment in der Mitte der Spannweite ist $\frac{(p+\pi)l^2}{8}$, wo p das Eigengewicht, π die variable Belastung pro laufenden Fuß ist. Ist Ω der nutzbare Querschnitt einer Gurtung, so ist das Widerstandsmoment $\Omega h k$, wo h die Pfeilhöhe, $k = 10000$ t. Daher $\Omega = \frac{(p+\pi)l^2}{8 h k} = \frac{(p+\pi)l\varphi}{8 k}$, wenn $\frac{l}{h} = \varphi$ gesetzt wird.

Für Brücken, bei denen alle diese Werthe dieselben sind,

wird b um so größer werden, je mehr Material bei der Construction der Theile, bei der Bildung der Brutto-Querschnitte, den Stößen und bei empirischen Zusätzen an Aussteifungen etc. aufgewendet worden ist.

Der nutzbare Querschnitt Ω wiegt pro laufenden Fuß $\Omega \cdot 3,3$ Pfd. Setzt man das Gewicht der Trägerconstruction $n \cdot \Omega \cdot 3,3$ pro laufenden Fuß, also

$$bl = n \Omega \cdot 3,3 = 3,3 \cdot n \frac{(p+\pi)l\varphi}{8 k}$$

so wird die Construction um so leichter und geschickter sein, je kleiner n ist. Bringt man diesen Werth für bl in die Formel $p = a + bl$, so ist

$$p = a + 3,3 n \frac{(p+\pi)l\varphi}{8 k}$$

woraus man für p den Werth erhält:

$$p = a + \frac{(\pi+a)n l \varphi}{\frac{8 k}{3,3} - n l \varphi} = a + b l,$$

daher $b = \frac{(\pi+a)n \varphi}{24000 - n l \varphi}$, wenn $k = 10000$ Pfd.,

oder auch $b = \frac{(\pi+a)}{\frac{24000}{n \varphi} - l}$.

Man sieht aus diesem Coefficienten, daß man keine Brücke mehr construiren kann, wenn $\frac{24000}{n \varphi} = l$. Diese nicht zu erreichende Grenze liegt

- für $n = 2$, $\varphi = 10$ bei $l = 1200'$, etwa Hängebrücke,
- $n = 3$, $\varphi = 10$ - $l = 800'$, - Bogenbrücke,
- $n = 4$, $\varphi = 10$ - $l = 600'$, - Gitterbrücke.

Diese Grenzen sind verschieden, je nachdem man zum Construiren mehr oder weniger Material verbraucht.

Um über den wichtigen Coefficienten n zunächst ins Klare zu kommen, kann man b als bekannt voraussetzen oder aus Beispielen nehmen, und n entwickeln; man erhält dann:

$$n = \frac{24000 b}{(p+\pi)\varphi} = \frac{24000}{\left(\frac{\pi+a}{b} + l\right)\varphi}$$

Tabellarische Zusammenstellung der Werthe von $n = \frac{24000}{\left(\frac{\pi+a}{b} + l\right)\varphi}$:

$l = 50$ Fufs					$l = 100$ Fufs					$l = 200$ Fufs					$l = 300$ Fufs						
$\pi = 3000$ $a = 600$					$\pi = 3000$ $a = 600$					$\pi = 2400$ $a = 600$					$\pi = 2000$ $a = 600$						
$\varphi =$					$\varphi =$					$\varphi =$					$\varphi =$						
b	8	9	10	11	8	9	10	11	12	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13
5	3,89	3,46	3,11	2,83	3,66	3,25	2,94	2,66	2,44	3,75	3,33	3,00	2,73	2,5	2,3	3,66	3,25	2,92	2,66	2,44	2,25
6	4,61	4,10	3,69	3,36	4,28	3,81	3,43	3,12	2,86	4,28	3,80	3,43	3,11	2,85	2,64	4,09	3,62	3,26	2,97	2,73	2,51
7	5,31	4,73	4,25	3,87	4,88	4,34	3,90	3,56	3,26	4,77	4,24	3,82	3,47	3,18	2,94	4,47	3,95	3,52	3,24	2,98	2,74
8	6,00	5,33	4,80	4,37	5,45	4,85	4,36	3,98	3,64	5,22	4,64	4,17	3,79	3,48	3,21	4,80	4,25	3,84	3,49	3,20	2,95
9	6,67	5,92	5,33	4,85	6,00	5,33	4,80	4,37	4,00	5,63	5,00	4,50	4,09	3,76	3,46	5,10	4,52	4,04	3,71	3,40	3,13
10	7,31	6,50	5,85	5,32	6,53	5,79	5,22	4,75	4,35	6,00	5,33	4,80	4,36	4,00	3,69	5,36	4,76	4,28	3,90	3,57	3,30
11	7,94	7,07	6,36	5,78	7,03	6,23	5,62	5,11	4,68	6,34	5,65	5,08	4,61	4,22	3,90	5,60	4,97	4,47	4,07	3,73	3,40
12	8,56	7,62	6,86	6,23	7,50	6,66	6,00	5,45	5,00	6,66	5,96	5,33	4,85	4,44	4,10	5,80	5,16	4,64	4,22	3,87	3,57

Cölner Rheinbrücke.

$$\left. \begin{array}{l} a = 500, \varphi = 13, \\ b = 7, \pi = 2000, \\ l = 320' \end{array} \right\} n = \frac{2400}{\left(\frac{2000+500}{7} + 320\right)13} = 2,72.$$

Nogatbrücke bei Marienburg.

$$\left. \begin{array}{l} a = 1200, l = 314', \\ \varphi = 13, b = 10, \\ p = 1200 + 10l = 4340, \\ \pi = q - p = 6490 - 4340 = 2150 \end{array} \right\} n = \frac{2400}{\left(\frac{2150+1200}{10} + 314\right)13} = 2,84;$$

wird $\varphi = 12$ angenommen, so ist $n = 3,09$.

Weichselbrücke bei Dirschau.

$$\left. \begin{array}{l} q = 8453, a = 1500, \\ b = 12, \varphi = 12, l = 387, \end{array} \right\} n = 2,84; \text{ wird } \varphi \text{ nur } = 10 \text{ angenommen, so } \pi = q - p = 8453 - (1500 + 12 \cdot 387) = 2309 \text{ ist } n = 3,4.$$

Die Zahl n giebt das Verhältniß des mittleren Gesamtquerschnitts zum Maximal-Nettoquerschnitt einer Gurtung. Der mittlere Gesamtquerschnitt besteht aus dem mittleren Querschnitte der Gurtungen, dem der Gitter oder der Blechwand und dem der Aussteifungen.

Ist der Maximal-Nettoquerschnitt einer Gurtung $\Omega =$

$\frac{(p+\pi) l^2}{8 k h}$ (derselbe liegt bei einfachen Trägern in der Mitte, bei gekuppelten über dem Mittelpfeiler), so kann man zunächst den mittleren Brutto-Querschnitt der Gurtungen $n' \Omega$ setzen. n' wird um so größer sein, je größer die Niete, je dicker die Bleche, je zahlreicher die Deckplatten sind und je weniger der Querschnitt der Variation der Spannungen in der Längenausdehnung angepaßt wird. Man ersieht demnach, warum große Brücken verhältnißmäßig leichter construirt sind. Es sind bei diesen die Dimensionen der Niete und die Blechdicke gering im Verhältniß zur Blechbreite, so daß überall die mehrfache Nietung zur Anwendung kommt, und die übliche Blechlänge ist sehr oft in der Gurtungslänge enthalten, so daß man die Blechdimensionen in den vielen Stößen ändern kann und so ein unnützer Aufwand an Material leichter fortfällt.

Für Gitterbrücken mit parallelen Gurtungen ändert sich der Netto-Querschnitt nach einer Parabel, und der theoretische mittlere Netto-Querschnitt wäre daher $\frac{2}{3} \Omega$, für gekuppelte Brücken fast noch geringer bei großen Spannweiten. Setzt man dazu für Stoßverbindungen und Nietlöcher 50 pCt., so ergibt sich als geringster mittlerer Brutto-Querschnitt beider Gurtungen $2 \cdot \frac{2}{3} \Omega \cdot \frac{3}{2} = 2A$ oder $n' = 2$, welche Zahl auch bei gekuppelten Trägern nicht viel geringer ausfallen kann, und möchte die Grenze bei sehr großen Brücken etwa mit $\frac{5}{6}$ davon, also $n' = 1\frac{2}{3}$ zu veranschlagen sein.

Bei Parabelbalken sind die Gurtungen im Querschnitte constant zu halten und müssen nach den Enden noch etwa $\frac{1}{16} \Omega$ zunehmen. Wenn man diese kleine Zunahme in dem Aufschlage von 50 pCt. für Stöße und Nietlöcher verschwinden läßt, so wird bei Parallelbalken der Brutto-Querschnitt für beide Gurtungen 3Ω , also $n' = 3$ zu setzen sein. Bei großen Brücken möchte es wegen des gleichförmigen Querschnitts gelingen, den Zuschlag von 50 pCt. durch sorgfältige Stoßverbindungen auf 25 pCt., also n' auf $2\frac{1}{2}$ zu reduciren.

Bei Bogenbrücken hat man nur eine gedrückte Gurtung in Blechconstruction zu rechnen. Die Grenze wird daher $n' = 1,5$ sein, wenn man nicht, wie es zuweilen geschehen, die Schwächung durch Nietlöcher unberücksichtigt lassen und so n' etwa noch weiter reduciren will. Bei Hängebrücken, die Kettenglieder mit Augen erhalten, ist $n' = 1,25$ als Grenze zu betrachten. Der Material-Aufwand dieser verschiedenen Constructionen ergibt sich also in den Gurtungen großer Spannweiten, wie

1,25 : 1,5 : 1 $\frac{2}{3}$: 2 $\frac{1}{2}$
(Hängebrücke) (Bogenbrücke) (Gitterbrücke) (Parabelbrücke)
(event. 2 für einfache Gitterbalken).

Je kleiner die Spannweite, desto größer wird der Coefficient $1\frac{2}{3}$ und nähert sich der 3, während der Coefficient $2\frac{1}{2}$ etwa bis $3\frac{1}{2}$ zunimmt. Die erstern beiden Coefficienten wachsen auch, und kann man bei 50' Fuß Spannweite etwa

1,5, 1,75, 3, 3,5
als ihre Verhältnißwerthe bei guten Constructionen annehmen.

Bei Gitter- oder Blechbalken mit parallelen Gurtungen, gekuppelt oder ungekuppelt, dienen die Gitter dazu, das Gesamtgewicht auf die Pfeiler zu übertragen. Nimmt man zunächst eine gleichförmige Last $(p+\pi)$ pro laufenden Fuß an, so ist der Druck auf beide Auflager einer Spannweite $(p+\pi) l$ bei gekuppelten und ungekuppelten Trägern. Ein ähnlicher verticaler Druck, Verticalkraft, wirkt in jedem Querschnitt und erzeugt die Anspannung in den Gittern oder Blechwänden. Diese Verticalkraft wächst in linearer Function von Null an von einem mittleren Punkte nach den Auflagern zu.

Ihr Mittelwerth ist daher $\frac{(p+\pi) l}{4}$ für einen einfachen Balken, für einen gekuppelten dagegen $\frac{l(p+\pi)}{2} \left(\frac{5}{8}\right)^2 + \frac{l(p+\pi)}{2} \left(\frac{3}{8}\right)^2 = \frac{17(p+\pi) l}{64}$ oder $\frac{(p+\pi) l}{4} + \frac{(p+\pi) l}{64}$.

Man kann mithin in beiden Fällen $\frac{(p+\pi) l}{4}$ als mittlere Verticalkraft annehmen. Wird daher eine Blechwand construirt, so ist ihr mittlerer nothwendiger Netto-Querschnitt $\frac{(p+\pi) l}{4 k}$. (Man wird wohl nie im Stande sein, diesen geringen Querschnitt darzustellen.) Für Gitterconstruction ist der erforderliche mittlere Netto-Querschnitt doppelt so groß, also $\frac{p+\pi}{2 k} l$ und der Brutto-Querschnitt n' mal so groß, also $n'' \frac{p+\pi}{2 k} l$; da $\Omega = \frac{(p+\pi) l q}{8 k}$, so ist der Brutto-Querschnitt der Gitter im Mittel $n'' \frac{4}{q} \Omega$, für die ruhende Maximallast. Dieser Querschnitt muß indess vermehrt werden für variable Belastung. Der größte Zusatz muß in der Mitte stattfinden, wo für gleichförmige Belastung des Gitterwerks sich 0 ergibt, und zwar ist dort die größte Verticalkraft bei variabler Last $\frac{\pi l}{8}$, daher der erforderliche Netto-Querschnitt für Gitterwerk $\frac{2 \pi l}{8 k}$ und dessen Brutto-Querschnitt $n'' \frac{\pi l}{4 k}$. Dieser Zusatz nimmt nach den Auflagern zu nahe linear ab, der mittlere zusätzliche Brutto-Querschnitt ist daher $n'' \frac{\pi l}{8 k}$, und wenn man wieder $\Omega = \frac{(p+\pi) l q}{8 k}$ setzt, so ändert sich dieser Werth in $n'' \Omega \frac{\pi}{(p+\pi) q}$. Der mittlere Brutto-Querschnitt für Gitter-

stäbe ist mithin zusammen $n'' \Omega \left(\frac{4 + \frac{\pi}{p+\pi}}{q} \right)$. Dieser Werth wird für kleine Gitterbalken $n'' \Omega \left(\frac{5}{q} \right)$, für große $n'' \Omega \frac{4\frac{1}{2}}{q}$ angenommen werden können. Für Parabelbalken reducirt er sich auf $n'' \Omega \frac{\pi}{(p+\pi) q} = \frac{n'' \Omega}{q}$ bis $\frac{n'' \Omega}{2q}$.

Für die Querschnitte der Vertical-Aussteifungen fehlt ein genauer theoretischer Anhalt; man wird nach Vergleich mit Ausführungen das dazu aufgewendete Material $n''' \Omega$ setzen können, worin $n''' = \frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$ ist.

Nach diesen Vorbemerkungen läßt sich nun der Werth n , welcher das Verhältniß des mittleren Brutto-Querschnitts der Construction zum größten Netto-Querschnitt nur einer Gurtung angiebt, zusammenstellen, und zwar:

1) für Gitterbalken

$$n = n' + n'' \cdot \frac{4 + \frac{\pi}{p+\pi}}{q} + n''',$$

und zwar kann man setzen:

a) für große gekuppelte Gitterbrücken

$$p = \pi, q = 12, n' = 1,75, n'' = 2, n''' = 0,25, \text{ und demnach } n = 1\frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \frac{1}{4} = 2\frac{3}{4}.$$

Bei der Cölner Rheinbrücke hat sich oben ergeben $n = 2,72$, bei der Nogatbrücke $n = 2,84$. Es wird also ziemlich zutreffen, daß sich das Material in Gurtungen, Gittern und Verticalen, wie $1\frac{3}{4} : \frac{3}{4} : \frac{1}{4}$ verhält.

Für diese Werthe von n ergibt sich bei $q = 12$ nach obiger Tabelle $b = 6$.

Wählt man ein größeres Pfeilerverhältniß, etwa $q = 9$,

so wächst verhältnißmäßig der Material-Aufwand für Gitter und Verticalen. Setzt man für n'' statt 2, $2\frac{1}{2}$, für n''' statt $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, so ist $n = 1\frac{3}{4} + 2\frac{1}{2} \cdot \frac{4\frac{1}{2}}{9} + \frac{1}{2} = 3\frac{1}{2}$.

Nach obiger Tabelle ist für diesen Werth von n bei $\varphi=9$, b ebenfalls = 6 zu setzen.

b) für ungekuppelte, leicht construirte Gitterbrücken (auch Fachwerksbrücken) $l=100'$, pptr. $\varphi=9$, $2p=\pi$, $n'=2$, $n''=2\frac{1}{2}$, $n'''=\frac{1}{2}$ und demnach

$$n = 2 + 1\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = 3\frac{3}{4}$$

Für diesen Werth von n giebt obige Tabelle $b=6$.

c) Für kleinere Gitterbrücken wird verhältnißmäßig ein größerer Material-Aufwand nöthig. Setzt man

$$4 + \frac{\pi}{p + \pi} = \frac{1}{2}, n' = 2\frac{1}{2}, n'' = 3, n''' = \frac{3}{4}, \text{ also}$$

$$n = 2\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2} + \frac{3}{4} = 4\frac{3}{4},$$

so giebt hierfür die Tabelle $b=7$; indessen wird es auch hier gelingen, durch sorgfältige Construction und etwas großen Pfeil b auf 6 zu ermäßigen.

Eine sorgfältig construirte Gitterbrücke von 42 Fuß Spannweite, $\varphi=9$, mit darüber gestreckten hölzernen Querbalken, ergab

nach der Gewichtsberechnung $n=2,4$; $n'' = \frac{4 + \frac{\pi}{p + \pi}}{9} = 1,3$; $n''' = 0,8$, also $n = 2,4 + 1,3 + 0,8 = 4,5$, mithin nach der Tabelle $b=6\frac{3}{4}$.

2) für Parabelbalken:

$$n = n' + \frac{n''\pi}{(p + \pi)\varphi} + n''',$$

und zwar kann man setzen:

a) für große Parabelbalken

$n' = 2\frac{1}{2}$; $\frac{\pi}{p + \pi} = \frac{1}{2}$; $\varphi=10$; $n''' = \frac{1}{2}$; $n'' = 4$ wegen der doppelten Kreuzbänder, $n = 2\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 3\frac{1}{2}$, wonach sich aus der Tabelle $b=6$ ergibt für $l=300$ Fuß.

b) für kleinere Parabelbalken $l=100$; $n'=3$; $\varphi=8$;

$$\frac{\pi}{p + \pi} = \frac{2}{3}; n'' = 4; n''' = \frac{1}{2}; n = 3 + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = 3\frac{5}{6},$$

wonach sich aus der Tabelle für b nahe zu 6 ergibt.

Die Brahebrücke zu Czersk ist ein Parabelbalken von $l=81$, $\varphi=8$, und giebt die Gewichtsberechnung $n'=3,3$,

$$n'' = \frac{\pi}{(p + \pi)\varphi} = 0,7; n''' = 0,5, \text{ also}$$

$$n = 3,3 + 0,7 + 0,5 = 4,5,$$

wobei der Kreuzverband in die Constante für die Brückenbahn aufgenommen. Für dieselbe ist $b=6$.

Man sieht hieraus, daß die Balkenbrücken aller Constructionssysteme ziemlich in demselben Gewichte hergestellt werden können, wenn auf eine richtige Construction der Detailformen die nöthige Aufmerksamkeit verwendet wird.

Das Eisenwerk (ohne Holz etc.) ist demnach pro laufenden Fuß Geleise ziemlich nahe durch die Formel $400 + b \cdot l$ gegeben, und betragen die Kosten, wenn das Pfund mit 3 Sgr. veranschlagt wird,

$$K = (40 + 0,6 \cdot l) l \text{ Thaler}$$

für jede Oeffnung und jedes Geleise.

Da für Bogen- und Hängebrücken noch nicht Ausführungen genug vorhanden sind, um Vergleiche mit den Rechnungen anzustellen, so werden diese hier nicht weiter betrachtet. Es wird indessen gelingen, diese letzteren Constructionen mit Vortheil zur Ausführung zu bringen, wenn die Baustelle für die Theilung in entsprechende Oeffnungen und Gründung der Pfeiler günstig gelegen ist.

Herr Lemelson hielt nachstehenden Vortrag über die bei Ohm & Comp. (in Berlin, Chausseestraße) ausgeführte Dampfkesselfeuerung mit rauchverzehrender Vorrichtung:

Es giebt wohl wenige Besitzer größerer Feuerungs-Anlagen, welche nicht schon mit Apparaten zur Rauchverbrennung Experimente angestellt hätten, und viele haben leider die Erfahrung machen müssen, daß entweder der Rauch gar nicht verbrannte oder, wenn derselbe verbrannt wurde, dieser Erfolg häufig nicht nur mit keiner Ersparniß an Brennmaterial, sondern mit Mehrkosten verbunden war. Hierdurch hat sich mit der Zeit ein nicht zu verkennendes Vorurtheil gegen fast alle Einrichtungen zur Rauchverbrennung gebildet, und es wird jeder neuen Ausführung mit mehr oder weniger Mißtrauen begegnet. Es findet deshalb auch die vielverbreitete Ansicht „ein guter Feuermann spart mehr als alle Rauchverbrennungs-Apparate“ viel Anhänger, und diese Ansicht ist gewiß richtig, wenn man noch hinzusetzt, daß ein guter Feuermann mehr ersparen kann, als alle Rauchverbrennungs-Apparate mit einem schlechten Feuermann. Aber wenn man die Feuerung als ein Product betrachtet, dessen einer Factor die Feuerungs-Anlage, und dessen anderer Factor ein guter Feuermann ist, so dürfte es nicht zweifelhaft sein, daß der Werth des Products nur erhöht werden kann, wenn man den ersten Factor auf gleichen Werth mit dem zweiten bringt und die Feuerungs-Anlage durch Verbesserung gleichfalls gut macht. Schlechte Feuerungs-Anlagen, von schlechten Leuten bedient, können selbstredend niemals als Anhaltspunkt für Vergleiche dienen.

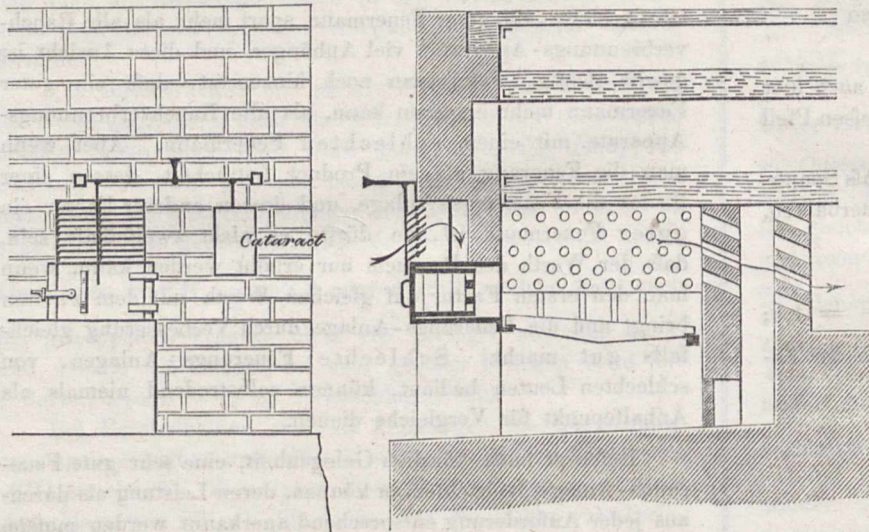
Referent hatte kürzlich Gelegenheit, eine sehr gute Feuerungs-Anlage beobachten zu können, deren Leistung als durchaus jeder Anforderung entsprechend anerkannt werden mußte. Die Anlage ist von Herrn Henry Gerne construiert, in der Maschinenfabrik von Ohm & Comp. hier ausgeführt und in demselben Etablissement zur Anwendung gekommen. Bei der Construction sind die Principien der vollständigen Rauchverbrennung überall vollkommen durchgeführt, und möchte es am Orte sein, zum leichteren Verständniß der Anordnung diese Principien kurz zu erwähnen.

Zur Verbrennung des Rauches ist es nothwendig, zu den beim Aufwerfen des frischen Brennmaterials schnell sich entwickelnden Gasen frische, möglichst warme Luft zuzuführen, weil die von unten durch die Roste strömende Luft zur vollständigen Verbrennung nicht genügt. Die stärkste Entwicklung der Gase findet nämlich in dem Momente statt, in welchem frisches Brennmaterial auf die Roste geworfen wird; dann nimmt die Gasentwicklung allmähig ab, bis die Coaksbildung vollendet ist und die Coaks ganz verbrannt sind. Es wird mithin darauf ankommen, die warme frische Luft nicht nur zu bestimmten Zeiten, sondern auch in bestimmten abnehmenden Quantitäten der Gas-Entwicklung entsprechend zuzuführen, dann aber, nachdem diese vollendet ist, die Luftzuführung über dem Rost bis auf ein Minimum ganz abzusperrn und die Verbrennung der Coaks lediglich durch Luftzuführung von unten geschehen zu lassen. Läßt man dagegen, nachdem bereits die Gas-Entwicklung beendet ist, zu einer Zeit, wo ohnedies jede Feuerung aufhört, Rauch in den Schornstein zu jagen, noch Luft über den Rost streichen, so kann dies mindestens nicht mehr von Nutzen, wohl aber von Nachtheil sein, da diese Luftzuführung nur zur Abkühlung des Brennmaterials, der Wände etc. dient, während die Luft, welche durch die Roste strömt, genügt, um die Coaks zu verbrennen. Es ist hieraus ersichtlich, daß man leicht eine recht gute Rauchverbrennung nicht nur ohne pecuniären Nutzen,

sondern sogar mit Nachtheil erzielen kann, und es giebt hierfür manche sehr in Summen sprechende Beweise.

Es handelt sich also, wenn eine Rauchverbrennung gut und nutzbringend sein soll, hauptsächlich um Einführung einer intermittirenden Luftzuführung, und auf dieser beruht die von Herrn Gerne construirte Feuerung. Wenn auch einzelne Theile derselben durchaus nicht neu, vielmehr bekannt und sogar bereits ausgeführt sind, so ist die ganze Zusammensetzung doch, dem Referenten wenigstens, neu, auch ist die Feuerung, soviel bekannt, dem Herrn Gerne in Amerika, England, Frankreich, Belgien, Oesterreich und Deutschland, mit Ausnahme von Preußen, patentirt, und in allen diesen Ländern bereits ausgeführt.

Die Construction ist folgende:



Ueber der Feuerungsthüre befindet sich eine besondere Oeffnung, durch welche die frische Luft über die Roste strömt; diese Oeffnung ist mit einer Jalousie versehen, deren Verbindungsstange mit einem sehr einfachen Cataract verbunden ist. Die Verbindungsstange der eisernen Jalousieplatten dient im geschlossenen Zustande der Jalousie als Schließmittel für die Feuerungsthüre, so daß der Feuermann, um die Thüre zum Aufwerfen von frischem Brennmaterial zu öffnen, gezwungen ist, die Verbindungsstange zu heben. Hierdurch wird aber die Jalousie geöffnet und gleichzeitig der Cataract, welcher später näher beschrieben wird, mit Wasser gefüllt. Der Cataract beginnt sofort, sich wieder zu entleeren, und läßt die Verbindungsstange der Jalousie allmählig sinken, wodurch letztere selbst sich gleichfalls wieder zu schließeln beginnt. Bevor jedoch die Verbindungsstange wieder so weit herabgesunken ist, um sich vor die Feuerungsthür zu stellen, hat der Feuermann Zeit genug gehabt, das neue Brennmaterial aufzuwerfen und die Thür zu schließeln, eine Manipulation, welche ein guter Feuermann stets in möglichst kurzer Zeit zu beendigen sucht. Der Cataract entleert sich nun mehr und mehr, und schließeln dem entsprechend die Jalousie, indem einem immer geringeren Luftquantum der Zutritt gestattet wird, und zwar in demselben Maasse, als die Gas-Entwicklung abnimmt, bis der Schluß ganz erfolgt und der Luftzutritt über dem Roste ganz abgeschnitten ist. Da aber die Gas-Entwicklung auch während der Verbrennung der Coaks nicht ganz aufhört, so ist, wie schon oben bemerkt, die dauernde Zuführung eines bestimmten kleinen Luftquantums über dem Roste nothwendig, und diese geschieht durch die besonders dazu eingerichtete Feuerungsthüre. Dieselbe besteht zu diesem Zwecke aus doppelter Wandung und ist auf der Rostseite mit kleinen Löchern versehen, während

zwischen der Vorder- und Hinterwand sich versetzt Blechwände befinden, um welche die Luft sich herumbewegen und vor dem Eintritt in die Feuerung etwas erwärmen soll. Die Vorderwand ist mit einem regulirbaren Schlitz versehen, der etwa $\frac{1}{8}$ Zoll geöffnet ist.

Der Cataract besteht aus einem Gummiball mit Mundstück, welches in einem kleinen Gefäß mit Wasser mündet und dessen Ausflußöffnung mit einer Schraube regulirbar ist. Am oberen Ende ist der Gummiball mit der Verbindungsstange der Jalousie in Zusammenhang und wird durch deren Gewicht zusammengedrückt, während er sich beim Anheben, d. h. Oeffnen der Jalousie mit Wasser füllt, und umgekehrt beim Druck der Jalousiestange allmählig entleert. Die Zeit des Entleerens, d. h. die Zeit, während welcher die Jalousie von dem vollständigen Oeffnen bis zum vollständigen Schluß gelangt, hängt von der Oeffnung des Mundstückes ab, und muß dieselbe dem Brennmaterial entsprechend regulirt werden. Bei stark gasentwickelndem Material muß die Entleerung langsam geschehen, um den Luftzutritt lange offen zu erhalten, im andern Falle muß die Entleerung schneller geschehen. Von der richtigen Behandlung dieses Apparats hängt mithin ein wesentlicher Theil des Erfolges ab, und Referent konnte sich überzeugen, daß unpassende Zeitverhältnisse im Schließeln der Jalousieen ebensowohl sofort eine schlechte Verbrennung als auch bald ein Fallen der Dämpfe hervorbrachten. Der Cataract befindet sich in einem verschlossenen eisernen Kästchen, um dem Feuermann unzugänglich zu bleiben.

Zur guten Vertheilung und Erwärmung der über die Roste geführten Luft sind an den Seiten der Rostfläche doppelte Wände hergestellt, in deren Zwischenraum die Luft nach dem Eintritt durch die Jalousie zur Erwärmung geleitet wird. Die Innenwände, aus Chamott hergestellt, sind überall mit $\frac{1}{2}$ zölligen Löchern, welche dicht neben einander stehen, versehen, um eine innige Vermengung der Luft mit den Gasen zu erzielen. Bis zur Höhe von 5 Zoll über der Rostfläche sind Verbandsteine vorgesetzt, welche der Abnutzung ausgesetzt sind und deshalb leicht auszuwechseln sein müssen.

Die Feuerbrücke ist, abweichend von der gewöhnlichen Construction, bis dicht unter den Kessel geführt und besteht aus zwei hintereinander in der Entfernung von circa 12 Zoll aufgeführten durchbrochenen Wänden. Die Durchbrechungen sind unter einem Winkel von etwa 45 Grad nach hinten geneigt, und entspricht einer Lücke in der Vorderwand jedesmal ein Stein der Hinterwand, so daß die Flamme beim Durchstreichen überall auf den Kopf eines Steines in der zweiten Wand stößt. Der Zweck dieser Einrichtung ist der, daß erstens alle Flugasche gehindert werden soll, in die Canäle zu fliegen, vielmehr sich in dem Zwischenraum beider Wände abzulagern gezwungen sein soll, um von hier leicht entfernt werden zu können; zweitens aber sollen an den sehr schnell glühend gewordenen einzelnen Chamottsteinen sich die mit Luft gemischten Gase schnell und leicht namentlich in dem Augenblicke entzünden, in welchem die Roste mit einer leichten Schicht Brennmaterial bedeckt sind und die Entzündung der Gase an der unteren glühenden Masse verhindert ist.

Referent hat, um sich von der Wirkung der Anlage zu überzeugen, mehrfache Versuche angestellt, und waren dieselben von den überraschendsten Erfolgen begleitet. Die Versuche wurden mit verschiedenen Brennmaterialien unter verschiedenen Verhältnissen in Behandlung des Apparats vorge-

nommen, und in allen Fällen ergab sich eine vollständige Verbrennung des Rauches selbst in dem Moment des ersten Aufgebens von Brennmaterial, ein Vortheil, der bei anderen Rauchverzehrungs-Apparaten oft fortfällt. Referent konnte seine Versuche selbstredend nur darauf beschränken, sich von einer vollkommenen Rauchverbrennung zu überzeugen, mußte sich jedoch in Betreff der durch eine Verbrennung bedingten Brennmaterial-Ersparniß auf die Angaben des Herrn Ohm verlassen, in welche indessen irgend welches Mißtrauen zu setzen keine Veranlassung vorliegt, um so weniger, als Herr Ohm bereit war, die Materialien-Verbrauchsbücher vorzulegen. Dafür aber, daß die Feuerung auch vor der Anlage des neuen Apparats mit großer Sorgfalt und möglichster Ersparniß bedient wurde, hat Herr Ohm, der als ein alter Practiker bekannt ist und bei dem geringen Umfange seiner Fabrik sich um jede Kleinigkeit, wieviel mehr um die Kesselfeuerung bekümmert, gewiß große Sorge getragen. Die Feuerung wird auch jetzt von demselben Manne bedient, der dieselbe bereits seit einer langen Reihe von Jahren geheizt hat. Die Differenz im Verbräuche stellt sich nach den gemachten Angaben so: Während früher in 12stündiger Arbeitszeit 22 Kiepen Lohe verbrannt wurden, werden nach Anbringung des Apparats nur 14 Kiepen Lohe verfeuert, ein Resultat, welches mehr als genügend genannt werden darf. Die Feuerung war bei dem Besuche des Referenten seit 8 Wochen in ununterbrochenem Betriebe und befand sich in untadelhaftem Zustande.

Die ganze Einrichtung erscheint im ersten Moment complicirt, ist jedoch einfach und leicht zu bedienen. Man könnte noch den Einwurf machen, daß der Apparat der Zerstörung sehr unterworfen und leicht außer Thätigkeit zu setzen sei; jedoch darf hierauf wohl erwiedert werden, daß ein guter Feuermann, und dieser darf überall nur in Betracht kommen, namentlich wenn derselbe auf Prämie gesetzt ist, sobald er seinen Vortheil erkennt, selbst für Instandhaltung der Feuerung sorgen wird. An solchen Orten aber, wo entweder eine Beaufsichtigung mangelt oder die Bedienung dabei nicht-interessirten rohen Arbeitern überlassen ist, sind überhaupt alle zweckmäßigen Einrichtungen überflüssig, da Fahrlässigkeit und Unwissenheit gerade bei der Feuerung viel mehr verderben können, als alle Mühe aufzubauen im Stande ist. —

Der Vorsitzende resumirte zum Jahresschluss die Thätigkeit des Vereins pro 1861 und erwähnte darauf, daß der Verein in diesem Jahre den Verlust von sechs Mitgliedern durch den Tod zu beklagen habe, deren große Mehrzahl unseren Versammlungen oft beizuwohnen pflegte. Dieses sind nächst Herrn Severin die Herren Blesson, Rothe, Prüfer, Bock und von der Decken-Himmelreich.

Herr Severin wurde unmittelbar nach der Stiftung unseres Vereins im Jahre 1842 zum Vorsitzenden gewählt. Er leitete als solcher nicht nur die Geschäfte, sondern führte großentheils auch die damit verbundene Correspondenz. In den Versammlungen hielt er mehrfach Vorträge über einzelne Gegenstände des Eisenbahnwesens, während er an allen wichtigen Discussionen sich zu betheiligen pflegte.

Fünf Jahre später (1847) lehnte er die Wiederwahl ab. Unseren Versammlungen wohnte er aber nach wie vor mit großer Theilnahme bei, sowie er sich auch von den ausgedehnteren und kleineren Excursionen unseres Vereins ohne besondere Veranlassung nie ausschloß.

Unvergeßlich wird Jedem von uns der Mann bleiben, der mit der höchsten Rechtlichkeit und Biederkeit humanen Sinn und große Gemüthlichkeit vereinte, und dessen unbefangenes und sachkundiges Urtheil wir stets ehrten. Die Liebe und Achtung zu ihm sprach der Verein lebhaft aus,

als er bei Gelegenheit des Dienst-Jubiläums am 19. März 1856 in sinnig geschmücktem Diplom ihn zum Ehren-Präsident ernannte.

Severin hatte seine dienstliche Thätigkeit mit dem Bau des Leuchthurmes auf Hela begonnen. In der Folge war er mit Beaufsichtigung und Leitung gewerblicher Anlagen beschäftigt. Er ertheilte Unterricht auf dem hiesigen Gewerbe-Institut, und seine ehemaligen Schüler rühmten noch in späten Jahren die Klarheit und Gründlichkeit seines Vortrages. Sein großes Werk über Dampfmaschinen hat allgemein die verdiente Anerkennung gefunden.

In dieser Zeit entwickelte sich zwischen ihm und Beuth das freundschaftliche Verhältniß, das mancher Controverse unerachtet bis zu Beuth's Tode fortbestand.

1828 wurde Severin, der damals Fabriken-Commissionsrath war, zum Geheimen Ober-Baurath ernannt. Seinen vielseitigen Kenntnissen, die sich über alle Theile des Bauwesens und der Gewerthätigkeit erstreckten, sowie seinem rastlosen Fleiße, verbunden mit der höchsten Sorgfalt und Gründlichkeit, eröffnete sich in dieser Stellung ein weites Feld nützlicher Wirksamkeit. Bei allen Collegen und Untergebenen erwarb er sich die vollste Liebe und Achtung.

1849 wurde ihm als dem ältesten Mitgliede unter Beibehaltung des Titels als Geheimer Ober-Baurath der Vorsitz in der Ober-Bau-Deputation übertragen. Die höchste Pflichttreue, verbunden mit Humanität und tiefem Rechtsgefühl, leitete ihn wieder in diesem neuen Verhältnisse, und manche Verlegenheit wußte er durch wahrhaft kindliche Offenheit zu beseitigen. Im Jahre 1858 wurde er unter Verleihung des Titels eines Wirklichen Geheimen Ober-Baurathes pensionirt.

Nach dem Austritt aus dem Dienste begann er eine literarische Arbeit, die jedoch nicht vollendet ist. Im October vergangenen Jahres, wenige Tage bevor er sein achtzigstes Lebensjahr erreichte, erkrankte er, und seine Gesundheit, die bisher unverwundlich gewesen war, kehrte nicht wieder. Seine Kräfte schwanden langsam, bis am 14. September dieses Jahres sein Tod erfolgte. —

Zum Schluß findet die Neuwahl des Vorstandes statt; wiedergewählt wurden die Herren Hagen, E. Wiebe, W. Schwedler, Ebeling und Rubens. Für den durch Versetzung ausgeschiedenen Herrn Mellin wurde Herr Fink als Stellvertreter des Schriftführers gewählt.

Verhandelt Berlin, den 21. Januar 1862.

Vorsitzender: Herr Hagen.

Schriftführer: Herr Schwedler.

Herr Althans machte Mittheilungen über die chemischen Untersuchungen der Steinkohlen Oberschlesiens von Grundmann (Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen in Preußen IX, 3. 1861) und verglich die Ergebnisse mit denen der Untersuchungen von Dr. Brix im Jahre 1853 über Heizkraft der wichtigeren Brennstoffe des preussischen Staates. Als Resultat wurde hervorgehoben, daß die Steinkohle durch längeres Liegen an der Luft sich oxydirt, etwa 10 pCt. Sauerstoff aufnimmt und an Heizkraft verliert; im frischen Zustande seien die besseren Oberschlesischen Kohlen den Ruhr-Fettkohlen gleichzustellen.

Der Vortragende überreichte ein gedrucktes Exemplar des Grundmann'schen Aufsatzes für die Sammlung des Vereins.

Herr Malberg erläuterte nach vorgelegten Zeichnungen den Wasserabfluß-Regulator für Dampfheizungen von Sumner, welcher bei den Werkstätten in Frankfurt a. O. und bei

einem Uebernachtungs-Gebäude für Fahrbeamte in Sorau Anwendung gefunden hat. Derselbe besteht aus einem Kasten mit Ventil am Ende der Dampfleitung. Beim Beginne der Heizung ist das Ventil gehoben und läßt die Luft ausströmen. Ist eine Temperatur von 80° R. eingetreten, so senkt sich dasselbe durch die Ausdehnung eines Messingstabes, und wird von jetzt ab der Abfluß des angesammelten Wassers einfach durch einen Schwimmer, der das Ventil bei höherem Wasserstande und mäßigem Dampfdruck öffnet, regulirt.

Der Apparat findet außer bei Dampfheizungen für verschiedenartige Maschinen, als: Trocknen-, Appretur-, Schlichtmaschinen, Kochapparate, Cylindermäntel von Dampfmaschinen u. s. w. Anwendung.

Für $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Atmosphären-Ueberdruck des Dampfes kostet ein solcher Apparat etwa 32 Thlr. franco Berlin. —

Zum Schlufs hielt Herr Weishaupt einen Vortrag über die Anwendung von Gußstahlblechen zu Dampfkesseln, welcher im nächsten Hefte dieser Zeitschrift mitgetheilt werden wird.

Verhandelt Berlin, den 11. Februar 1862.

Vorsitzender: Herr Hagen.

Schriftführer: Herr Schwedler.

Herr Veit-Meyer zeigte mit Bezug auf den in der letzten Versammlung besprochenen patentirten Summer'schen Apparat einen bei uns schon lange gebräuchlichen und gut arbeitenden Apparat zur Regulirung des Wasserabflusses bei Dampfheizungen vor. Derselbe ist aus der hiesigen Fabrik von Philippsborn, und schließt bei demselben ein schwimmender Topf bei angesammeltem Condensationswasser die Abflußröhre. Steigt das Wasser über den Rand des Topfes und füllt denselben, so sinkt er durch sein Gewicht, giebt die Abzugs-

röhre frei und leert sich wieder durch Abströmen des hineingelaufenen Wassers, bis der Abschluß von neuem erfolgt. Das ihn umgebende geschlossene Gefäß ist im Deckel noch mit einem Lufthahn versehen.

Herr Scholl theilt daran anschließend die Construction eines selbstwirkenden Luftventils für dergleichen Apparate mit, bei welcher die Ausdehnung einer durch Quecksilber abgeschlossenen Luftsäule bei eintretender Erwärmung durch den Dampf das Heben und den Verschluss des umgekehrt eingesetzten Luftventils bewirkt.

Herr Hagen zeigte einen vom Ober-Geometer Mayer in Carlsruhe construirten und von der Badenschen Regierung patentirten Gefällmesser vor, zur vorläufigen Bestimmung von Eisenbahn- und Straßengefällen beim Abstecken von Richtungslinien. Derselbe besteht aus einem schweren Pendel, welcher an einem mit Verlängerungs-Vorrichtung versehenen Stabe aufgehängt wird. Ein kleines fernrohrartiges Diopter dreht sich um eine mit dem Pendel verbundene horizontale Achse und verschiebt einen getheilten Verticalkreis, auf welchem die Gefälle-Verhältnisse gegen den äußeren Kreis abzulesen sind. Der Apparat kostet 16 fl., der dazu gehörige Stab 8 fl. Die Theilung der Kreise ist insofern eigenthümlich, als die Gefälle direct in Procenten angegeben werden.

Herr Odebrecht brachte einige Lücken in der Gesetzgebung in Bezug auf eine gleichmäßige Behandlung der Talons zur Sprache und hielt Bestimmungen für erwünscht, welche den sichern Zinsgenuß der Eisenbahn-Actien garantiren. — Herr Ebeling erklärte es für einen Uebelstand, daß Actien so leicht amortisirt werden können, und führte Fälle an, in denen dadurch leicht Vermögens-Verluste eintreten.

Zum Schlufs wurde Herr Baumeister Gebauer als ordentliches einheimisches Mitglied durch übliche Abstimmung in den Verein aufgenommen.