

Das Opernhaus zu Frankfurt a/M.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 13 im Atlas.)

(Schluß.)

Der bei weitem größte Theil der Kellerräume dient den Zwecken der

Heizung und Ventilation*),

welche auf Grund eines von dem dortigen Ingenieur Kautz aufgestellten Projects für die maschinelle Einrichtung nach dem Vorbilde der Wiener Oper durch die Maschinenbau-Aktiengesellschaft Humboldt in Kalk (unter Beihilfe der Installationsfirma Emil Staudt & Co. in Frankfurt a/M.) ausgeführt ist.

Die ganze Heizanlage zerfällt in zwei Gruppen: eine Dampfheizung zur Erwärmung der für das Publikum bestimmten Räume und eine directe Dampfheizung für die Bühne und für alle vom Theaterpersonal benutzten Räume.

Für die Dampfheizung sind drei übereinander liegende Keller der vorderen, bis zur Bühnenbrandmauer reichenden Gebäudehälfte in der Art verwendet, daß der unterste zur Zuführung und Vertheilung der frischen kalten Luft als „Kaltluftkammer“, der mittlere zur Erwärmung dieser Luft als „Heizkammer“ und der oberste zur Mischung der kalten und der warmen Luft als „Mischkammer“ dienen. Auf Höhe dieser letztern und in Mitte der ganzen Anlage liegt das Controllzimmer, der Aufenthaltsort des Betriebs-Ingenieurs. Dasselbst angebrachte Thermoindikatoren zeigen demselben von 16 verschiedenen Stellen des Zuschauerraumes die dort herrschende Temperatur an, und hat er nach diesen Angaben die in diesem Raume ebenfalls untergebrachten Kurbeln der 7 Kaltluftklappen zu den im untersten Keller liegenden Canälen und die Kurbeln für die im Kronenschachte auf dem Dachboden liegenden 11 Abzugsklappen entsprechend einzustellen. Die den Klappen gegebenen Stellungen werden durch Scalen markirt und vermittelt Sperräder festgehalten. Die Uebertragung der Kurbelbewegungen auf die Klappen erfolgt durch Drahtseilzüge, welche oft von bedeutender Länge sind und auf ihrem Wege bis zur Angriffsstelle mehrfacher Ablenkungen von der ursprünglichen Richtung bedürften.

In die untersten Kaltluftcanäle wird die Luft durch einen 3,25 m im Durchmesser haltenden, nach Prof. Heger's System gebauten, geräuschlos arbeitenden Ventilator gebracht, welcher dieselbe einem auf gleicher Höhe unter dem Vestibül belegenen Sammelraume entnimmt, dem zwei je 5,75 qm im Durchschnitt große Canäle die Außenluft zuführen. Diese Canäle münden auf dem freien Platz zu beiden Seiten des Theaters in gärtnerischen Anlagen und sind durch Drahtgitterabdeckung gegen das Eindringen von Vögeln, Ungeziefer etc. geschützt.

Schon in diesem Sammelraum kann während des Winters die Vorwärmung der Luft an großen, zur Condensation

*) Dieser Gegenstand der Mittheilung ist mitbearbeitet von E. Staudt.

des von der Maschine verbrauchten Dampfes dienenden Dampfschlangen aus verzinkten Eisenröhren von 10 cm Weite beginnen, während zur Sommerszeit hier eine Waschung und Abkühlung der Luft stattfindet, indem dieselbe einen dreifachen Wasserscheier zu durchdringen hat, ehe sie an den Ventilator gelangt. Dieser Wasserscheier wird dadurch erzeugt, daß der einzelne Wasserstrahl gegen eine kleine vor der Hahnmündung befindliche kreisförmige Fläche gespritzt und so zum Zerstäuben gebracht wird. Der Ventilator hat seinen Stand in der Hauptlängsaxe des Gebäudes; er wird durch eine im daneben liegenden Raume befindliche verticale Condensations-Dampfmaschine von 18 Pferdekraften mit 90 bis 120 Touren per Minute betrieben und schafft das für 2000 Zuschauer benötigte Luftquantum von 40 bis 70 cbm pro Person und Stunde (= 80 000 bis 140 000 cbm) in den Zuschauerraum. Ein mit der Ventilatoraxe auf elektrischem Wege verbundener Zählapparat giebt die Zahl von Touren an, welche der Ventilator per Minute macht.

Neben dem unter dem Entrée belegenen Kaltluftsammlerraum sind noch drei gemauerte, mit Wasser gefüllte Cisternen untergebracht, dazu bestimmt, während der warmen Jahreszeit den verbrauchten Dampf der Maschine abzutöden und denselben in Gestalt möglichst nicht mehr dampfenden Wassers den Canälen zuzuführen.

Die Kaltluft Räume stehen mit den beiden darüberliegenden Kellergeschossen (jedes von ca. 2 m Höhe) durch die sogenannten Mischvorrichtungen — große senkrecht hängende Cylinder aus Eisenblech mit anschließenden Ringen und Deckeln — in directer Verbindung derart, daß die Luft aus dem Kaltlufttraum durch eine ringförmige Oeffnung um jeden der Cylinder in die mit 25 mm weiten Dampfröhren durchzogenen Heizkammern strömen kann, um nach erfolgter Erwärmung durch eine ebensolche Oeffnung in der Decke dieser Räume in die Mischkammern zu treten, während gleichzeitig aus dem Kaltlufttraum die Luft direct durch die Cylinder selbst in diese oberste Etage gelangt und sich, hier unter einem breiten Deckel über den Rand des Cylinders fließend, vollständig mit der von unten aufsteigenden, bereits erwärmten Luft vermischt.

Die Luft wird in den Mischkammern nur in der Temperatur präparirt, wie solche den menschlichen Athmungsorganen (20° Celsius) am zuträglichsten ist. Zur Erzeugung dieser Temperatur bei 20° äußerer Kälte ist es nothwendig, in den Heizkammern eine Temperatur von 40 bis 60° C. herstellen zu können. Dies wird erreicht in der Parquet-Heizkammer durch 1170 lfd. m, in den beiden Treppenhaus-Heizkammern durch 1950 lfd. m, in der IV. Rang-Heizkammer durch 1300 lfd. m und in der I., II. und III. Rang-Heizkammer durch 1150 lfd. m, also zusammen durch 5570 lfd. m einzellige lapwelded-Heizröhren, welche stumpf aneinander gefraist, ohne jedwedes Dichtungsmittel mit geschmiedeten

sechskantigen Rechts- und Links-Gewindmuffen zusammengeschraubt sind. *)

Zur Erzeugung des Dampfes sind im Lichthof des Decorationsmagazins, welcher mit dem untersten Keller-geschofs des Theatergebäudes durch einen begehbaren (im Eiprofil) gemauerten Tunnel in directer Verbindung steht, 3 Stück ausziehbare Galloway-Doppelröhrenkessel, System Humboldt (mit zusammen 144 qm Heizfläche und 5 Atmosphären Ueberdruck) aufgestellt, die einzeln und zusammen in Verwendung genommen werden können. Außerdem ist noch ein Kessel gleichen Systems von 34 qm Heizfläche zum Betriebe der Dampfmaschine vorhanden. Diese 4 Kessel geben ihren Dampf in einen gemeinschaftlichen gußeisernen Sammler ab, von welchem derselbe mittelst 21, 19, 10 und 8 cm weiter, unter dem Deckengewölbe des Tunnels sich hinziehender Röhren dem Hauptvertheiler, dem Bühnenvertheiler, der Dampfmaschine und der Bühnenleitung für scenische Zwecke zugeführt wird. Die Regulirung geschieht durch Absperrventile am Sammler. Der Dampf hat vom Kessel bis zum Hauptvertheiler eine ungefähre Wegelänge von 140 m zurückzulegen.

Der Hauptvertheiler ist im untersten Keller auf der östlichen Seite des Ventilators placirt, hat eine Länge von 2,35 m und einen Durchmesser von 35 cm. Durch ein 200 mm- und 14 Stück 100 mm-Absperrventile wird der Zu- und Abgang des Dampfes an diesem Vertheiler regulirt.

Unter ihm befindet sich ein Condensationstopf, welcher den etwa schon hier zu Wasser gewordenen Dampf automatisch entfernt.

Mittelst 75 mm weiter, schmiedeeiserner Röhren, welche den Dampf den Ventilen des Hauptvertheilers entnehmen, wird derselbe den in Systemen von drei übereinander liegenden Rohrvertheilern in den einzelnen Heizkammern zugeführt, von welchen nun direct die Heizröhren ebenfalls in Systemen von drei abzweigen und die Heizkammer durchziehend in gleichmäßigem Gefälle den Retourstutzen zuführen. Dieses Dreisystem bei der Anordnung der Heizröhren wurde gewählt, um möglichst leicht die Temperatur den äußeren Witterungsverhältnissen durch Anheizen eines, zweier oder aller drei Systeme anpassen zu können. Zu diesem Zwecke ist auch jedes derselben mit einem 100 mm-Absperrventil am Hauptvertheiler und einem Condensationstopf versehen. Sämmtliche Röhren, welche den Dampf vom Kessel bis zu den Rohrvertheilern führen, sind mit Grünzweig'scher Wärmeschutzmasse bekleidet und geben ihn daher möglichst wasserfrei ab. Die Retourstutzen, welche das sich bildende Condensationswasser aufnehmen, führen es in 25 mm weiten Röhren den in besonderen Räumen ost- und westwärts des Gebäudes aufgestellten Condensationstopfen zu, von wo dasselbe alsdann durch eine 100 mm weite, unter dem Tunnelboden liegende Rohrleitung in die im Decorationsmagazin neben dem Kesselhause befindliche Warmwasser-Cisterne gelangt und zur Kesselspeisung wieder verwendet wird. Die Condensationstopfe sind nach dem System von Schaeffer & Budenberg und John-

*) Diese Art der Dichtung hat sich bis jetzt, nach einem zweijährigen Betriebe durchaus bewährt, denn selbst bei den in gleicher Weise gedichteten 3 zölligen schmiedeeisernen 1300 lfd. m langen Zuleitungsröhren, welche den Dampf den Ventilen am Hauptvertheiler entnehmen und den Rohrvertheilern zuführen, hat sich nicht die geringste Undichtigkeit an den verwendeten Muffen gezeigt.

ston, verbessert durch Kantz, mit selbstthätiger Entlüftungsvorrichtung gebaut und wirken dadurch vollständig automatisch und geräuschlos. Vor allen Condensationstopfen sind mit Stellbügel versehen, leicht zugängliche Schlamm-sammler eingesetzt, welche die aus den Leitungen mit fortgerissenen Unreinigkeiten von den Töpfen zurückhalten.

Die Längenausdehnung ist im Hauptrohr durch eine eingezogene große Stopfbüchse und in den Heizkammern durch bewegliche Aufhängung der Rohrvertheiler und Heizröhren an die Gewölbedecken ermöglicht. In den Mischräumen sind für Parquet und Treppenhaus je 12 Stück runde, für die Ränge 20 Stück oblonge, 0,70 m im Durchmesser haltende Mischvorrichtungen aus 3 mm starkem Eisenblech eingesetzt und durch eine vermittelst Handkurbeln, Schneckenräder und Gegengewichte zu bewegendes Transmission, welche auf 88 Fußständern ruht, derart verbunden, daß sowohl die unteren als auch die oberen Schirme einzeln oder in den einzelnen Kammern zusammen bewegt, d. h. gehoben oder gesenkt werden können. Die nun mit Hilfe dieser beschirmten Blechcylinder auf 20 °C. gemischte Luft wird durch 164 Stück Regulirschieber oder Drosselklappen aus den Mischkammern, welche, den verschiedenen Raumgruppen entsprechend, unter diese selbst vertheilt sind, durch möglichst senkrecht aufsteigende Canäle in die zu heizenden Räume geführt, wo sie dicht über dem Fußboden ausströmt. Für das Parquet sind diese Ausströmungen im Fußboden selbst und zwar unter den Sitzen, sonst meist in den Terrassen angeordnet und durch perforirte Bleche gedeckt.

Für das große Haupttreppenhaus besteht noch außerdem eine Circulationsheizung, um dasselbe schneller anheizen und die von Außen eindringende kalte Luft in den Heizraum ableiten zu können, zu welchem Zweck im Fußboden vor den Eingangsthüren in das Treppenhaus Canäle bis unter den Fußboden des Treppenhaus-Kaltlufttraumes führen, die wiederum oben mit Gittern abgedeckt sind.

Entsprechend der Luftzuführung sind überall auch die Abführungen und zwar unter den Decken resp. in diesen selbst angebracht, welche die verbrauchte Luft aus den Räumen austreten lassen und in möglichst senkrechten Canälen weiterleiten; diese vereinigen sich über dem Zuschauerraum auf dem Kronenboden in großen Zügen, um von allen Seiten die ausgenutzten Luftmengen dem in die Jalousie-Kuppel mündenden Kronenschlot zuzuführen und hier die Luft in's Freie zu befördern. Wie der Ventilator im Souterrain einen Druck auf die Gesamtluftbewegung im Hause ausübt, so dient zur besseren Wirkung der Absaugung die durch 18 in der Decke um den Kronenleuchter angeordnete Sonnenbrenner erzeugte warme Luft, welche anfangs in einem Rohrsystem aufgefangen und fortgeleitet, erst in einer ziemlichen Höhe frei in den Kronenschlot austritt und eine kräftige Aspiration in demselben hervorruft. Die Sonnenbrenner sind derartig construirt, daß über jedem 22 flammigen Ringbrenner eine helmförmige, 0,56 m im Durchmesser haltende Kupferglocke sitzt, deren 120 mm weites kupfernes Abzugsrohr sich telescopartig bei vorgesorgter Geradföhrung der Glocken in ein 150 mm weites Kupferrohr schiebt, um Brennerrevisionen, Reinigen und eventuelle Abnahme der Glocken bewerkstelligen zu können. Die Kupferglocken stehen in Eisenblechcylindern, die in einer starken schmiedeeisernen Platte hängen und mit derselben verschraubt sind. Die 18

Telescopröhren münden in ein sichelförmiges schmiedeeisernes Sammelrohr, welches oben frei in dem Kronenschlot endet.

Der Theil der Zuschauerraum-Decke, welcher den Sonnenbrennerfries und die Kronenleuchteröffnung bildet, ist von gestanztem Zink (aus der Werkstatt von F. Peters in Berlin) hergestellt.

Außer den Sonnenbrennern sind noch in einzelnen auf dem Kronenboden horizontal geschleiften Abfluscanälen Ventilationsbrenner vorgesehen, welche die verbrauchte, auf ihrem langen Wege etwa schon abgekühlte Luft nachwärmen und zur rascheren Bewegung in den Kronenschacht antreiben.

Bedingt die Gleichmäßigkeit der Außen- und Innentemperatur zur Sommerszeit noch eine Unterstützung des Auftriebes der Luft, so bewirkt diese der ganz oben am Ende des Kronenschlotes befindliche, ca. 3,50 m im Durchmesser haltende, 10 flügelige Exhaustor, welcher mittelst Drahtseilantriebes von der Maschine des Ventilators bewegt wird und stets 15 Touren in der Minute mehr als dieser macht. Das zur Transmission verwendete sehr biegsame Drahtseil mit Manilahanfeinlagen ist 130 m lang, 9 mm stark und besteht aus 144 Drähten. Die Wände des Kronenhauses und Schlotes sowie die Canäle für die Circulationsheizung des Treppenhauses sind aus Eisenblech von 2 resp. 3 mm Stärke construirt, während die theils geraden, theils gebogenen viereckigen Ventilationscanäle von 0,05 bis 3,00 qm Querschnitt, sowie die im Profil gekrümmten Jalousiestreifen der Kuppel aus Zinkblech in ungefährer Fläche von 12000 qm hergestellt wurden. An den vorgesehenen Ausdehnungsstellen der Zinkcanäle sind Filzstreifen beigelegt oder auch die Falze mit Sand ausgefüllt.

Der zweite Theil der Heizung besteht, wie schon erwähnt, aus der directen Dampfheizung für die Bühne und alle vom Theaterpersonal benutzten Räume, und wird gespeist vom Bühnenvertheiler im östlichen Condensationsraum, welcher den Dampf vom Sammler des Kesselhauses durch das 190 mm weite Zuleitungsrohr empfängt und durch 9 Ventile an die Leitungen der Bühne, der Garderoben, Personaltreppen, Probesäle und Malersaal, Kassen, Entree, Verwaltungsräume etc. abgibt.

Für die Garderoben, Personaltreppen und Probesäle liegt zu diesem Zweck eine von zwei Ventilen abzweigende 75 mm weite Leitung bis zu den Chorgarderoben in IV. Ranghöhe, vertheilt sich hier in 50 mm resp. 38 mm weite Röhren und speist alsdann mittelst Fallröhren von 25 mm Durchmesser die Heizschlangen. Die Fallröhren sind in die Mauern eingespitzt und die Nute mit gelochtem Reibeisenblech abgedeckt und verputzt.

Die in den zu heizenden Räumen selbst, meist in den Fensternischen untergebrachten Schlangen (von 25 mm Rohrweite) haben abgewickelt eine Rohrlänge von ca. 1200 m. Die Schlangennischen stehen mit der Außenluft in directer Verbindung und sind mit Einrichtungen versehen, welche, mittelst eines drehbaren Griffes gehandhabt, es ermöglichen, je nach Bedarf die Außenluft abzusperrern und die Wirkung der Schlange entweder auf die Zimmerluft einzuschränken, oder von derselben ganz auszuschließen. Die Hin- und Rückleitungen sowie die Schlangen der Malersaalheizung erforderten eine Rohrlänge von ca. 1180 m.

Die Schlangen für die Heizung der Hinterbühne liegen unterhalb des Podiums in Nischen der Mauer, welche die

Untermaschinerie vom Personaleingang trennt, und wird die warme Luft durch Oeffnungen im Bühnenpodium, welche mit Gittern gedeckt sind, der Hinterbühne zugeführt. Die Heizröhren für die Hauptbühne sind in den freien Fahrgassen der zweiten und dritten Untermaschinerie untergebracht.

Die sogenannte Nachtheizung wird vom Kesselhause resp. dem Dampfsammler aus direct gespeist und kann aufer dem Hauptzwecke, die Firstreservoirs vor dem Einfrieren zu schützen, auch noch zum Heizen der Feuerwache und der Hausmeisterwohnung benutzt werden. Zu diesem Zweck wurden benöthigt ca. 80 m Wärmeröhren von 13 mm, 240 m von 50 mm, 150 m von 38 mm und 430 m von 25 mm Durchm.

Die Dampfheizung für scenische Zwecke ist in 210 mm weiten Sammelröhren zu beiden Seiten der Bühne in den Bühnenkeller gelegt und besitzt, wie schon erwähnt, eine directe, 100 mm weite Zuleitung vom Dampfsammler im Kesselhause. Die angegebene Weite der Sammelröhren war nöthig, da für vorliegenden Zweck, zur Vermeidung des Geräusches, der Dampf reichlich und mit geringem Druck auszufließen hat. Auf jeder Seite der Bühne sitzen, gleichmäßig vertheilt, 8 Stück 50 mm-Ventile, die über dem Bühnenboden durch aufgesteckte kleine Kurbeln nach Weisung des Inspicienten während der Aufführung gehandhabt und mit Staudtschen Ausströmungsapparaten in Verbindung gebracht sind, wie solche zum ersten Mal in Bai-reuth zur Anwendung kamen. Dampfschleier, Wolken- und Nebelbildungen werden hierdurch in der Scene dargestellt, welche farbig beleuchtet sehr wirksam sind.

Für festliche Gelegenheiten ersetzen noch besondere Dampfsteigeröhren zu den Gasfackeln der acht Candelabergruppen des Oberbaues den zur Täuschung an Stelle des Rauches nothwendigen Dampf.

Zur ganzen Heizanlage wurden 15000 lfd. m schmiedeeiserne (lapwelded) gerade und zu Schlangen gebogene Röhren verwendet.

Wasserleitung.*)

Von dem das Theatergebäude allseitig umgebenden Rohrnetz der städtischen Quellwasserleitung führen 4 Abzweigungen von je 200 mm l. Dm. durch die 4 seitlichen Risalite in das Innere und passiren dort in eigens dafür angeordneten Räumen entsprechende Rückschlagventile, sowie für gewöhnlich geschlossene und plombirte Absperrschieber. Während dann die 2 südlichen Rohrleitungen in den besteigbaren Treppenkernen der zum II. und III. Rang führenden Treppen bis zu den 5 auf der Treppenhauswand befindlichen Reservoiren von zusammen 76 cbm Inhalt sich in gleichem Querschnitt fortsetzen, verzweigen sich die beiden nördlichen in 4 Rohre von 125 mm l. Dm., welche in den 4 Ecken der Bühne aufsteigen und sich in Höhe des Schnürbodens an die 2 seitlichen Vertheilungsrohre des unteren Regensystems anschließen, die mit den 5 Reservoiren auf der Bühnenwand von 65 cbm Inhalt verbunden sind. Vom Decorationsmagazin resp. den daselbst befindlichen Reservoiren nebst Cisternen von zusammen 200 cbm Inhalt und 2 combinirten doppelwirkenden Pumpen, welche durch zwei 50 pferdige Ottolangen'sche Gaskraftmaschinen getrieben werden und eine

*) Weitere detaillirte Angaben siehe in Fr. Gilardone, Handbueh des Theaterlösch- und Rettungswesens, Bd. I. S. 39 „Das Opernhaus in Frankfurt a/M., ein moderner Musterbau in Bezug auf Feueralarm- und Feuerlösch-Vorkehrungen.“

Leistungsfähigkeit von 5 cbm pro Minute entwickeln können, führt unterhalb des Verbindungstunnels ferner ein fünfter Zufluß von 300 mm l. Dm. in's Haus und steht durch einen Vertheilungskasten und einen unterhalb der Kellersohle liegenden Rundstrang von 200 und 150 mm l. Dm. mit den vor- genannten sechs Steigröhren in Verbindung. Das oberhalb des Schnürbodens unter der Dachfläche und quer zu dem unteren laufende Regensystem speisen die über der Dachfirst in dem Kuppelbau angebrachten 2 Reservoirs von je 20 cbm Inhalt, deren Vertheilungsleitung an der Bühnenwand durch ein Rückschlagsventil von dem untern Regensystem getrennt ist.

Dies so eben geschilderte Rohrnetz dient ausschließlich nur Feuerlöschzwecken und enthält daher auch die 83 Hydranten, welche, stets mit Schlauch und Strahlrohr versehen, gegen unbefugten Gebrauch plombirt und durch leicht zu öffnende Glashüren geschützt, theils auf den massiven Treppen, theils an den direct gefährdeten Punkten des Hauses vertheilt sind.

Mittelst der vorhin genannten Pumpenanlage im Magazin läßt sich nun aus dem in letzterem Gebäude stets vorhandenen Wasservorrath von ca. 200 cbm das beschriebene Rohr- und Reservoirsystem unabhängig von der Quellwasserleitung nachfüllen und außerdem beim Eintritt der Gefahr in etwa 8 Minuten der darin enthaltene, seitens der Quellwasserleitung vorhandene Druck derartig (bis etwa $6\frac{1}{2}$ Atmosphären) steigern, daß die obersten Hydranten das Wasser gleichzeitig noch etwa 10 m hoch über die Dachfirst schleudern, ein Resultat, wofür die Quellwasserleitung leider nicht mehr ausreicht, indem deren Steighöhe bei den dieserhalb angestellten Versuchen sich in der oben offenen Glasröhre meistens nur etwa 3 m über die First erhob.

Die Züge zu den Ventilen des oberen und unteren Regensystems sind derart angeordnet, daß sie sich sowohl von verschiedenen Höhen auf den Maschinengalerien einzeln, als auch auf Bühnenhöhe vom Zimmer des Maschinenmeisters aus alle zugleich durch eine Kuppelung bedienen lassen. Von den 70 mm weiten kupfernen Röhren, welche mit größter Sorgfalt reihenweise ganz fein gelocht sind und zwar in 38 mm resp. 12 mm Entfernung, je nach der Längsrichtung oder am Umfang gemessen, und vorher sämmtlich einzeln probirt wurden, laufen beim unteren System je 2 für eine Gasse von Mitte zu Mitte der obersten seitlichen Galerie unterhalb des Schnürbodens über die Bühne und zur Bestreichung der Coullissen noch an jeder Seite eins parallel zur Längsaxe des Hauses unterhalb der untersten Galerie.

Wie zu München im Nationaltheater, hat sich die Zweckmäßigkeit dieser von dem dortigen Theaterinspector Stehle erfundene Einrichtung auch hier bereits bei einem Prospectbrand während der Aufführung der Jüdin am 10. Februar 1881 glänzend bewährt, indem es ohne Schwierigkeit gelang, des Feuers Herr zu werden und nach etwa 10 Minuten weiter zu spielen. Auch der eiserne Vorhang that bei dieser Gelegenheit vollständig seine Pflicht, insofern er dem bereits in Anfang der Panik begriffenen Publikum den Anblick der brennend heruntergehenden Prospective entzog und auf diese Weise das voll besetzte Haus derart beruhigte, daß alle Zuschauer ihre Plätze sofort wieder einnahmen und ruhig das Weitere abwarteten.

Um nun diesen ganzen Apparat stets schlagfertig zu erhalten, wird täglich das für den Hausbedarf erforderliche

Wasser nach einer bestimmten Reihenfolge aus den oberen Reservoirs entnommen und in 2 zu beiden Seiten auf dem Kronenboden befindliche sogen. Nutzwasserreservoirs geleitet, während das Pumpwerk in einigen Minuten den Ersatz dafür liefert.

Diese Nutzwasserreservoirs bilden den Anfang einer zweiten Leitung, der sogen. Nutzwasserleitung, deren Rundstrang frei unter der Decke im Kellergeschoß liegt und sich sammt dem ganzen übrigen System in die 3 Cisternen unter der Unterfahrt entleeren läßt. Diese Leitung speist die ca. 50 Waschoiletten, die zahlreichen Closets und Pissoirs des Hauses, außerdem auch noch die 2 südlichen Fontainen auf dem umgebenden Platz, und zwar diese letzteren in der Weise, daß das Fontainenwasser wieder in die erwähnten Cisternen zurückfließt. (Uebrigens können die Fontainen auch direct aus der Quellwasserleitung springen). Der Grund zu dieser Trennung der Feuerlöschleitung von der Nutzwasserleitung war einerseits der, die erstere unabhängig von allen den Zufällen zu machen, welchen nun einmal eine Jedermann mehr oder weniger zugängliche Wasserleitung ausgesetzt ist, andererseits aber der, das Verbrauchswasser messen zu können, und erfolgt dies in der Weise, daß alles Wasser, welches zur Ergänzung des Wasservorrathes aus der Quellwasserleitung in die tiefstgelegene Cisterne des Decorations-Magazins fließt, einen entsprechenden Wassermesser passirt.

Da jedoch das Wasser der Nutzwasserleitung durch das längere Verweilen in den verschiedenen Reservoirs verhältnißmäßig sehr lange Zeit, d. h. Tage, ja vielleicht manchmal Wochen, gebraucht, um von dem Rohrnetz der Quellwasserleitung an die Verbrauchsstelle zu gelangen, also nicht mehr frisch ist, so wurde noch die Anlage einer dritten Leitung, allerdings von bedeutend kleinerem Querschnitt, zur Beschaffung des im Hause erforderlichen Trinkwassers erforderlich. Um auch diese Leitung den unvermeidlichen Druckschwankungen der Quellwasserleitung bis zu einem gewissen Grade zu entziehen, ist sie nicht direct an die letztere angeschlossen, sondern vertheilt das Wasser von einem unter dem Dach gelegenen kleinen Reservoir aus, welches möglichst oft frisch gefüllt wird, nach den Gebrauchsstellen, d. h. einem Theil der Waschoiletten und einer Anzahl Zapfstellen im Gebäude. Selbstverständlich passirt auch dieses Wasser einen Wassermesser.

Zur Sicherheit gegen das Einfrieren können die Reservoirs durch darunterliegende Dampfrohren, sowie der Kälte besonders ausgesetzte Steigröhren durch die bei dieser Gelegenheit erfundene sogenannte Petersen'sche Circulationsheizung mittelst Gasflammen geheizt werden.

Als Material der Wasserleitungsrohren war zufolge der ortsüblichen Vorschriften der Quellwasserleitung für alle Druck erleidenden Rohren das Schmiedeeisen ausgeschlossen und kamen nur Gußeisen- resp. geschwefelte Bleirohren zur Verwendung. Die anfangs genannten großen Rückschlagventile sind in ihren Einsatzrahmen und jalousieartigen Klappen aus Rothguß.

Gasleitung.

Wie das Wasser, so tritt auch das Gas aus der eigens für die Zwecke des Opernhauses rund um das Gebäude vergrößerten Leitung der Frankfurter Gas-Gesellschaft (Boghead-Gas) durch die 4 seitlichen Risalite, und zwar mittelst zweier

je 200 mm weiter Röhren zu beiden Seiten der Bühne, mittelst zweier je 100 mm weiter Röhren zu beiden Seiten des Treppenhauses, in's Innere, wo es in denselben Räumen, welche die Rückschlagventile und Absperrschieber für das Wasser enthalten, 4 Gasmesser passirt. Die 2 größeren sind sogenannte Stationsgasmesser mit einer Durchlaßfähigkeit von je 250 cbm pro Stunde, die beiden andern haben eine solche von je 70 cbm, und durch ihre gemeinsame Benutzung kann der möglicher Weise eintretende Gasbedarf für gleichzeitig etwa 7000 Flammen gedeckt werden. Die fernere Rohrleitung ist derartig disponirt, daß sich der eine oder andere Gasmesser nöthigenfalls ausschalten läßt, ohne daß dadurch wesentliche Störungen für die Beleuchtung entstehen würden, da die vorgenannten Größen dieser Gasmesser so gewählt sind, daß jeder von ihnen $\frac{2}{3}$ des Maximal-Bedarfs der betr. gemeinschaftlichen Zone durchzulassen im Stande ist. Nur findet dann eventuell eine für normalen Betrieb zu große Geschwindigkeit und in Folge dessen Beanspruchung der in Function begriffenen Gasmesser statt. Für gewöhnlich sind jedoch die Leitungen für die Bühne, d. h. den eigentlichen scenischen Apparat innerhalb des Bühnenraumes einschließlic derer zur Beleuchtung des Zuschauerraumes, von denen des übrigen Hauses vollständig getrennt, und zwar in der Weise, daß die beiden großen in den Bühnenrisaliten aufgestellten Gasmesser mittelst eines in der Untermaschinerie liegenden Rundstranges von 200 mm Lichtweite die beiden Regulierungsapparate auf der Bühne speisen, von denen aus die Handhabung der Beleuchtung in dem soeben beschriebenen Umfange erfolgt, während das übrige Haus, also der vom Publikum benutzte Theil mit Ausnahme des in der anderen Zone liegenden Zuschauerraumes, durch die 2 kleineren Gasmesser in den Treppenhausrisaliten gespeist wird. Der kleinere, etwas zurückliegende Regulierungsapparat auf der Bühne bildet gewissermaßen eine Sicherheitsvorrichtung, indem er zur richtigen normalen Einstellung der Soffiten- (Oberlicht-) und der sogen. Versatz- (d. i. transportabeln) -Beleuchtung dient. Der größere, vorn auf der Bühne neben dem Vorhang befindliche Apparat, von dessen Platz aus nur die Wirkung der Gasflammen von den eben genannten Beleuchtungsgegenständen, aber nicht deren absolute, etwa feuergefährliche Größe beurtheilt werden könnte, hat den Zweck, die Einziehung der am kleinen Apparat hängenden, sowie die Regulirung der übrigen Beleuchtung, also der Rampe, des Kronenleuchters, der Sonnenbrenner in der Decke des Zuschauerraumes nebst der sogen. Festbeleuchtung daselbst zu handhaben.

Um für den Fall einer Gefahr, z. B. Platzen von Gaschläuchen bei den Oberlichtern u. dergl., den Zufluß des Gases im Umkreise der in Rede stehenden Beleuchtungszone schnell unterbrechen zu können, sind in den aufsteigenden Zuführungsrohren unterhalb des großen Regulierungsapparates einfache Drosselklappen, außerdem aber noch in den Corridoren zu beiden Seiten der Bühne je ein Nothventil in der Zuleitung zum Rundstrang angebracht.

Wiederholt sei jedoch, daß sich diese Sicherheitsvorkehrungen nur auf einen Theil, allerdings den größeren Theil der Beleuchtung auf der Bühne und im Zuschauerraum erstrecken. Die gewöhnliche Hausbeleuchtung auf der Bühne hinter der Scene, eine Anzahl Flammen innerhalb des Zuschauerraumes, sowie besonders je eine Flamme in jedem

Sonnenbrenner an dessen Decke, sowie die ganze übrige Beleuchtung im Hause wird durch den Schluß der Drosselklappen und Nothventile nicht betroffen.

Um jedoch keine Vorsichtsmaßregel außer Acht zu lassen, ist bei der eigentlichen Hausbeleuchtung noch eine derartig gesonderte Führung der Leitungen bewirkt worden, daß sich durch das ganze Haus eine sogenannte Nothbeleuchtung zieht, indem sich noch vor den täglich zu handhabenden Absperrschiebern (Hauptähnen) in den anfangs genannten Gasmesserräumen noch eine vollständig selbstständige Gasleitung, die sogenannte Nothleitung, abzweigt, welche im ganzen Hause, vorzugsweise auf den Corridoren und Treppen, eine Anzahl sogenannter Orientierungsflammen speist. Diese werden also für den Fall einer voreiligen Schließung der Hauptähne nicht verlöschen und Jedem das Zurechtfinden im Gebäude ermöglichen. Werden diese Flammen, resp. die betr. Wandarme u. s. w., für das Publikum durch ein äußeres Merkmal, z. B. eine rothe Quastenschnur oder dergl., kenntlich gemacht, so daß es sich von der steten Benutzung gerade dieser Flammen selbst überführen kann, so dürfte ein derart getrenntes System der Gasleitungen der Anwendung von unzuverlässigen Oel- oder gar Petroleumlampen weitaus vorzuziehen sein.

Von den einzelnen Beleuchtungsapparaten verdient zunächst wohl die dreifarbige, nach abwärts brennende Rampenbeleuchtung noch einer besonderen Erwähnung. Dieselbe weicht von der in den Opernhäusern zu Wien und Paris befindlichen insofern ab, als die verschiedenen Farben in der Beleuchtung nicht durch Verschieben farbiger Schirme (wobei sich die harten Uebergänge, vor allem die Ränder der Gläser stets unangenehm bemerkbar machen), sondern durch farbige Cylinder bewirkt werden, indem die 120 Argandbrenner in 3farbige Gruppen von je 40 Stück getheilt sind, welche entsprechend von 3 Regulirähnen eingestellt werden. Etwas verwickelter macht sich die ganze Anlage nun allerdings insofern, als die verschiedenfarbigen Flammen selbstverständlich durcheinander, und zwar in der Reihe regelmäßig abwechselnd stehen. Demzufolge wurden entsprechend der Dreitheilung in den Flammen auch 3 Sammelcanäle für die Verbrennungsgase und zwar je links und rechts zu beiden Seiten des Souffleursitzes nöthig. Dieselben sind aus 3 mm starkem Eisenblech mit Winkeleisen construirt, haben fünfeckigen Querschnitt und liegen gemäß der Oertlichkeit übereinander, so daß die Verbrennungsgase auf deren Rückseite durch schmiedeeiserne (Gas-)Röhren von gleicher Weite wie die Gascylinder in die entsprechenden Sammelcanäle einströmen. Kurz vor der Ausmündung dieser etwas ansteigenden Canäle in den gemeinsamen Schornstein, je zu beiden Seiten der Bühne, befinden sich einseitige Drosselklappen, um den Zug bei Einziehung der betr. Farbengruppen mildern zu können. Die Handhabung dieser Klappen erfolgt natürlich vom Regulirapparat aus, hat sich jedoch selbst bei der größten Einziehung bisher als unnöthig erwiesen. Im Uebrigen stehen die ziemlich kurzen Glascylinder in den Muffen der vorerwähnten Rohre und dienen den durch Einfügung eines inneren Ringes etwas modificirten Brennern als Stütze. Für den Fall, daß ein solcher Cylinder gänzlich zertrümmert werden sollte, würde der wie bei dem Lecocq'schen System in einem Gelenk drehbare Gasarm herabsinken und durch diese Bewegung sein Zulei-

tungsrohr schliessen. Bei der Anordnung dieser Rampe ergab sich in zweckentsprechender Weise unter dem Souffleursitz hindurch und zwar zwischen der Flammenreihe und dem Orchester ein abgeschlossener, auch während des Spiels bequem zu benutzender Laufgang, von welchem aus der ganze Apparat leicht zugänglich ist, und ohne Störung nöthigenfalls sogar Cylinder aufgesetzt werden könnten. Selbstverständlich bedürfen die abwärts brennenden Flammen, zumal je beim Anzünden, eines starken Lockfeuers, das an 2 Stellen, unten und oben innerhalb der senkrechten in der Prosceniumswand ausgesparten Schornsteine mittelst Bunsen'scher Gasbrenner erzeugt wird. Diese Schornsteine münden übrigens des gleichmäßigen Zuges wegen nicht in's Freie, sondern auf den Kronenboden, wo im Winter die ohne jeden Ruß austretenden Verbrennungsgase wegen ihrer Wärme ganz willkommen sind.

Eine, ebenfalls wie die vorige unter Beihilfe des Ingenieurs Emil Staudt construirte Verbesserung haben die sogenannten Oberlichter erfahren. Da die Brenner für die 120 Flammen dieser 15 m langen Apparate einander nicht nahe genug standen, um bei der elektrischen Zündung die Flammen ohne Weiteres fortzupflanzen zu können, ward gewissermaßen mit Benutzung des Barrot'schen Princip die Fortleitung der Zündflamme dadurch erreicht, daß dicht auf dem Brennerrohr unter einem gemeinsamen gebogenen kleinen Schirm ein auf seine ganze Länge gebohrtes sogen. Illuminationsrohr mit besonderer Zuleitung vom Regulirapparat aus angebracht ist, aus dessen kleinen Löchern man kurz vor Oeffnung des Soffitenhahnes soviel Gas austreten läßt, als zur Bildung der dann am Rande des kleinen Schirmes entlang schlagenden Flammen nöthig ist, welche, durch den elektrischen Funken an 2 Stellen entzündet, die sämtlichen Flammen sofort in Brand setzen. Für die Anzündung der Rampe ist eine ähnliche Einrichtung getroffen, welche zugleich noch drehbar sein mußte, um mittelst kleiner Hebel oder Excentrics die sämtlichen Brenner von den Cylindern entsprechend lüften zu können.

Schließlich sei hier noch einer Einrichtung gedacht, welche nachträglich angebracht wurde, um den Gasverbrauch in den vom Publikum nur während der Zwischenacte benutzten Räumen, also im Foyer, Treppenhaus u. s. w., während der Acte selbst thunlichst einzuschränken. Zu dem Ende ist in den beiden südlichen Haupteinführungsrohren je ein Druckreductionsapparat angebracht. Diese bestehen aus einer in's Wasser tauchenden schwimmenden Glocke, welche in der Mitte ein Ventil trägt. Dasselbe hebt oder senkt sich, je nachdem unter der Glocke mehr oder weniger Luftdruck entsteht. Wird die Luft theilweise ausgelassen, so senken sich die Glocken nebst den Ventilen und lassen weniger Gas in die Hauptzuströmungen. Das Heben der Glocken resp. Ventile geschieht durch Umstellen eines Hahns, wodurch jene mit einem Windkessel in Verbindung treten, der in unmittelbarer Nähe des großen Regulirapparates in der Untermaschinerie aufgestellt ist und ebenfalls wieder aus einer in's Wasser gestülpten Glocke besteht, welche durch Gewichte niedergedrückt wird. Zur bequemen und rechtzeitigen Handhabung dieser Einrichtung erfolgt deren Ein- und Ausschaltung durch den Beleuchtungsinspector der Bühne beim jedesmaligen Act-Schluss und -Beginn am großen Regulirapparat selbst. Die Anlage der Gasleitung wurde

durch die Firma E. Staudt u. Co. in Frankfurt a/M. ausgeführt.

Elektrische Anlagen.

Wie schon angedeutet, wird der elektrische Funke zur Anzündung der Soffiten- und Fußrampenbeleuchtung benutzt. Dasselbe findet ferner beim Kronleuchter und der sogenannten Festbeleuchtung, d. h. den 8 Wandarmen am Proscenium statt, nur daß sich hier ein sehr starker Funke gleichzeitig über die sämtlichen 6, 7 und 13 Flammen je eines Bouquets verbreitet. Die dementsprechend große Anzahl Drähte (43 Stück) liegt beim Kronleuchter in der mit Plüsch überspannten Colonne auf einem achteckigen Brettzylinder in eingehobelten Rillen. Auf ihrem letzten Ende sind die Drähte blank und werden durch gegenüberliegende Löcher in dem Kragenwulst der Specksteinbrenner (aus der Fabrik von Schwarz in Nürnberg) gehalten. Die äußersten Spitzen aller dieser Drähte sind der größern Dauerhaftigkeit wegen aus Platina, und besteht die allein zur Zündung nöthige Batterie aus einer Tauchbatterie mit 6 Zellen zu je 2 Kupfer-Zinkplatten in einer Breite von 27 cm und einer Höhe von 18 cm. Der Strom wird noch durch einen großen Inductor von 40 cm Länge und ca. 14 cm Dm. verstärkt. Außerdem sind besondere und sehr bedeutende Batterien zur Erzeugung des elektrischen Lichts für Bühnenzwecke vorhanden.

Eine weitere Verwendung fand die Elektrizität beim Sicherheitsdienste. Die Ueberwachung des Hauses und seiner technischen Sicherheitsvorrichtungen bewirkt eine ständige Wache, deren Patrouillen unausgesetzt Tag und Nacht das Gebäude auf genau vorgeschriebenen Wegen durchziehen. Als Controllmittel für diese Patrouillen dient ein elektrischer Apparat, mit dem gleichzeitig eine Alarmvorkehrung verbunden ist, damit der betr. Posten nicht erst die gefährdete Stelle zur Beschaffung von Hilfe zu verlassen braucht, sondern sofort zum Angriff schreiten kann. Diese Alarmsignale melden ferner nicht bloß im Betriebsbüro des Hauses den gefährdeten Bezirk, sondern gehen sofort selbstthätig nach dem Kesselhause resp. der Pumpstation und gleichzeitig auch direct nach der Centralstation der städtischen Feuerwehr weiter. Die Controlleinrichtung besteht im Wesentlichen (im Opernhause und dem Decorationsmagazin zusammen) aus 8 Hauptstationen, von welchen aus die Patrouillen das Passiren dieser Stationen in's Betriebsbüro melden. Hier erfolgt das Markiren der Zeichen von den einzelnen Stationen durch in Verbindung mit einer Uhr arbeitende Stifte, welche bei normalem Gang des Dienstes einen entsprechend bedruckten endlosen Papierstreifen in leicht übersichtlicher Weise lochen, dessen tägliche Abschnitte beiläufig jeden Morgen mit dem vorschriftsmäßigen Rapport des Oberfeuerwehrmannes nach der genannten Centralstation gehen. Da jedoch die 8 Hauptstellen nicht ausgereicht hätten, den Patrouillendienst in genügender Weise zu überwachen, und andererseits eine Vermehrung derselben den ganzen Apparat zu complicirt gemacht haben würde, so sind mit jeder dieser Hauptstellen noch eine Anzahl Nebenstellen (durchschnittlich 5) in der Weise elektrisch verbunden, daß sich die betr. Hauptstelle erst mit Erfolg melden läßt, nachdem die zugehörigen Nebenstellen, und zwar in einer bestimmten Reihenfolge, markirt sind. Um auch anderen Personen als den patrouillirenden Posten die Möglichkeit zu gewähren, eine etwaige Gefahr nach dem Büro u. s. w. anzuzeigen,

sind die Hauptstellen insofern allgemein zugänglich gemacht, als der mit entsprechender Umschrift versehene Alarmknopf durch das Zertrümmern der schützenden Glasscheibe leicht zu erreichen ist.

Ebenfalls auf elektrischem Wege erfolgt die Controlle über den Schluß einer Anzahl eiserner Thüren, insofern von dem bereits früher erwähnten Controllzimmer des Betriebsingenieurs aus mittelst Herstellung eines Contacts durch einen Druckknopf und entsprechendes Hervortreten einer farbigen Scheibe ersichtlich ist, ob diese oder jene zum Theil in der Mauer zwischen Bühne und Zuschauerraum befindlichen Thüren geschlossen sind oder nicht.

Ein ebensolcher elektrischer Thermoindicator, wie diejenigen zur Ueberwachung der Temperatur im Zuschauerraum, läßt ferner von dem Controllzimmer aus die Temperatur des Wassers in den sogen. Firstreservoirien der Kuppel beobachten, damit rechtzeitig deren Dampfheizung angelassen werde.

Die übermäßige Steigerung der Temperatur an verschiedenen, von den Patronillen nicht gut zu betretenden Räumen, z. B. den Büreaus etc., macht sich schließlic durch die Alarmsignale bemerklich, indem eine Anzahl Selbstmelder in die Leitung eingestellt sind. Dieselben bestehen in einer Feder, aus einer Messing- und Eisenlamelle zusammengelöthet, welche sich bei der geringsten abnormalen Temperaturerhöhung krümmt und von ihrem Contact abhebt.

Das Mittel der elektrischen Signale ist außer den gelegentlich schon erwähnten Tactgebern noch in hohem Maaße für die Erleichterung des scenischen und technischen Betriebes ausgenutzt worden, und zwar häufig in Verbindung mit gewöhnlichen Sprachrohren, da die Verwendung des Telephons wegen der dafür unerläßlichen Stille Anlaß zu Befürchtungen gab. Indefs boten die langen Entfernungen und der mehrfache Wechsel der Temperatur in den verschiedenen zu passirenden Räumen für einzelne Strecken, z. B. Kesselhaus — Dampfmaschine, auch wiederum mancherlei Schwierigkeiten.

Die vorstehend berührten elektrischen Anlagen, und zwar soweit sie die Zündung betreffen, sind von dem Großherzogl. Beleuchtungsinspector Meißner in Darmstadt, im Uebrigen aber, einschließlic der neu construirten Thermoindiatoren, von Wagner in Wiesbaden unter Beihilfe von Zander & Hoff in Frankfurt a/M. ausgeführt. *)

Mauerconstructions.

Das Gebäude steht im Bereich der früheren Festungswerke, und durchkreuzte ein alter Wallgraben die Baustelle, welche innerhalb eines gegen die umgebenden Straßen verhältnißmäßig tief gelegenen Gartenterrains gegeben war. Die Fundamente, welche aus Beton von rothem Sandsteinschotter und hydraulischem sogen. schwarzem (Bingerbrücker) Kalk mit Trafszusatz (3 Theile Kalk, 2 Theile Mauersand, 1 Theil Trafs, 7 Theile Schotter) hergestellt sind, reichen überall bis auf die zum Theil noch 3 m unter der Kellersohle sich hinziehende Lettenschicht; nur an den Kreuzungspunkten mit dem erwähnten Graben wurden Bögen aus rothem Bruchsteinmauerwerk der directen Fundirung vorgezogen. Die tiefe

*) Für den Interessenten möge hier noch besonders auf die Publikation des derzeitigen Betriebsingenieurs Hrn. Karl Wagner in der „Elektrotechnischen Zeitschrift“ Jahrg. 1882, Juni und December, „Die Anwendung der Electricität im Opernhause zu Frankfurt a/M.“ hingewiesen werden.

Lage des alten Terrains resp. der Fundamente kam einerseits den räumlichen Erfordernissen insofern sehr zu Statten, als auf diese Weise sich das hohe Kellergeschoß zur Unterbringung der 3 übereinander liegenden Stockwerke für die Untermaschinerie sowie für die ausgedehnten Heiz- und Ventilationseinrichtungen gewissermaassen von selbst ergab. Indefs bedingten andererseits diese tief gelegenen Räume einen besonderen Schutz gegen das Eintreten des etwa bei heftigen Regengüssen sich aufstauenden Canalwassers, und so mußten sogenannte Hochwasserverschlüsse in den betreffenden Leitungen angebracht werden.

Das aufgehende Kellermauerwerk ist in seiner Hauptmasse aus Bruchstein (rother Mainsandstein) aufgeführt, nur zu den dünnen Mauerkörpern, wie auch zu sämtlichen Gewölben, kamen Backsteine und zwar je nach Erfordern die ortsüblichen gewöhnlichen Feldbrandziegel oder festere Mauersteine zur Verwendung. Ein kleiner Theil der Kellergewölbe ward übrigens der beschränkten Höhe wegen (über dem Controllzimmer) mittelst Beton in scheinrechter Form zwischen eisernen Trägern hergestellt, in gleicher Weise wie die sämtlichen Logenhauscorridore und Treppenpodeste. Dieser Beton, der in der Schweiz und Südfrankreich schon länger im Gebrauch ist, besteht aus 7 Theilen runder sorgfältigst gewaschener Kiesel, am besten von Haselnuß- bis Wallnußgröße, und 1 Theil Cement ohne jedweden Sandzusatz. Dies Verhältniß entspricht ohngefähr einer Masse von 200 kg Cement auf 1 cbm Kiesel, welche vorsichtig unter Zusatz von wenig Wasser mittelst einer Brause durch Schaufeln gemengt wird, bis die Mischung das Ansehen von Zuckermandeln bekommt. Dann wird dieselbe auf der unter den (etwa 1—1,20 m entfernten) Trägern durchlaufenden geraden festen Bohlenschaalung bis zur Höhe von 10 bis 15 cm fest eingestampft und am besten entweder gleich mit einem Cement-Estrich oder später in irgend einer andern Weise mit Fußboden versehen. Nach etwa 5 Tagen läßt sich die Schaalung entfernen, und schon in diesem frischen Zustande zeigt die poröse nagelfueartige Betonmasse große Tragfähigkeit. Sehr angenehm ist für viele Zwecke sowohl die gerade Unterfläche, an welcher der Putz in Folge der löcherigen Beschaffenheit derselben vortrefflich haftet, als auch die Möglichkeit, durch Einlegen von entsprechenden rohen Formen aus Sand, Ziegelsteinen, Leisten etc. in der Decke allerlei Aussparungen, Cassetten etc. ohne Schwierigkeiten anzubringen.

Quadermauerwerk ward nur zu einem in der Form etwas ungewöhnlichen, dabei sehr beanspruchten Bogen von ca. 3,70 resp. 8,00 m Spannweite erforderlich, welcher in der 2,80 m starken Hauptmauer zwischen Treppenhaus und Zuschauerraum gerade an der Vertheilungsstelle des Hauptluftcanals belegen ist und an einer Stirnseite als Bogenform eine hochgestellte, an der andern Seite die flachgestellte Ellipse zeigt.

Als Mörtel diente durchgehends der bereits genannte hydraulische Kalk, unter Umständen mit Zusatz von Cement.

Vom Terrain an beginnt die äußere Verkleidung mit französischem Kalkstein (Oolith), und zwar zunächst bis zum Sockel mit dem harten, für diese besonders gefährdete Stelle sich vorzugsweise eignenden Lerouville, dessen Quadern in der untersten Schicht mit Cement versetzt wurden. Auch die Thüreinfassungen des Haupteinganges sind aus härterem

Stein (Refrois), desgleichen selbstverständlich die Freitreppen (Euville) und die inneren Treppen (z. Th. Refrois, z. Th. Morley). Sonst bildet die ganze übrige Masse der weiche Stein aus den im Besitz von Boller & Co. in Mannheim befindlichen Brüchen von Savonnières en Perthois. Die Versetzung dieses Steines geschah in Weifskalkmörtel, während die Hintermauerung mit Feldbrandsteinen in schwarzem Kalk unter Zusatz von Cement erfolgte. Dasselbe Material, aber ohne den Cement, wurde für die Innenmauern verwendet; nur zu außergewöhnlich beanspruchten Theilen wählte man das besonders feste Ziegelmaterial von Gehspitz mit sogenanntem verlängertem Cementmörtel.

So sind aus diesem Material auch die beiden Bögen, welche in der vorderen und hinteren Bühnenwand, beziehentlich nach dem Zuschauerraum und der Hinterbühne zur Ausföhrung kamen. Ersterer hat eine lichte Spannweite von 16,12 m und ist bei rot. 7 m Pfeilhöhe, 4 1/2 Stein Breite, 4 resp. 2 1/2 Stein Stärke am Widerlager und Scheitel der günstigeren Materialbeanspruchung wegen in Parabelform gewölbt, eine Methode, die sich für die Durchföhrung eines einheitlichen Steinverbandes wegen der geringeren Divergenz der Lagerfugen bequemer erwies als der Kreisbogen. In den Umfang der Oeffnung wurden gleich die bereits gebohrten \sqcap Eisen vermauert, an denen später der ca. 1,5 m breite Decorations-Rahmen der Bühnenöffnung verschraubt ward. Außer der durch Pfeiler und Nischen allerdings möglichst leicht gestalteten massiven Trennungswand, die bis über's Dach föhrt, trägt dieser Mauerbogen auch noch 5 gröfßere Wasserreservoirs von zusammen 65 cbm Inhalt.

Der Bogen über der Hinterbühnenöffnung hat eine lichte Spannweite von 12 m und ist bei einer Breite von 4 1/2, einer Stärke von 5 resp. 3 Stein am Widerlager und Scheitel als Halbkreisbogen gewölbt. Mittelst zweier 8 cm starker, etwa 7 1/2 m langer Schraubenbolzen, welche mit der Mutter genau auf den oberen Lagerplatten eingestellt und am unteren Ende in Form ausgeschmiedeter Lappen mit der weiteren Trägerconstruction vernietet sind, trägt dieser Bogen außer der nördlichen Giebelmauer des Oberbaues mit der krönenden Mittelfigur die Schildmauer nebst den 2 Balkenlagen über der Hinterbühne.

Die Facaden des Gebäudes sind also nicht massiv in Werkstein errichtet, vielmehr erheischte die Rücksicht auf die Kosten von vornherein sogar jede nur irgend zulässige Einschränkung bezüglich der Stärke der Verblendung. Aber ungeachtet in dieser Beziehung die Grenze des Möglichen in den meisten Fällen schon erreicht sein dürfte, — es sind z. B. die stets lagerrecht versetzten Quadern des Unterbaues nur 0,20 resp. 0,33 m (incl. 0,08 m hohen Bossen), desgleichen die des Oberbaues gar nur 0,11 resp. 0,18 m stark, wobei dann noch für die eigentliche Lagerbreite je wieder die Profiltiefe der Fuge mit 0,03 m in Abzug zu bringen ist — also ungeachtet dieser Einschränkung war dennoch die gänzlich massive Ausführung mancher Theile, wie der Dreiviertelsäulen, Eckpfeiler, einzelner Architrave und vor allem der stark ausladenden Hängeplatten der Hauptgesimse, der Balustraden und Bekrönungen selbstverständlich nicht zu umgehen, und folglich wurden auch besondere Hebevorrichtungen und entsprechende Gerüste nöthig, um die schweren Stücke versetzen zu können. Im Interesse eines ausgiebigen Betriebes lag es sodann, die für diesen einen Zweck unum-

gänglichen Maschinen nach allen Richtungen hin thunlichst auszunutzen und die Hebevorrichtungen derart zu wählen und anzuordnen, daß überhaupt alle Baumaterialien damit gefördert wurden, sowie ferner auch die für diese Zwecke unerläßliche Dampfkraft noch dahin zu verwerthen, daß dieselben Maschinen in der freien Zeit nebenher die Mörteltrommeln trieben. Allerdings konnten diese ausgedehnten maschinellen Einrichtungen sich erst für eine gröfßere Höhe, also für den Oberbau bewähren, für den Unterbau reichten 6 zunächst auf dem in halber, sodann gleich in ganzer Höhe errichteten Gerüst laufenden sogenannten Laffettenkrahne von je ca. 60 Ctr. Tragfähigkeit, und zwar je 2 für die Lang- und je einer für die Querseite, vollständig aus. Bis zum Fuß des Oberbaues förderten darauf die an 2 diagonal gegenüberliegenden Ecken des Gebäudes aufgestellten Locomobilen mittelst Seiltrommel und fester oberer Rolle (Seilscheibe). In dieser Höhe war am Fuße des auf dem Unterbau errichteten Gerüsts für den Oberbau seitwärts nach Außen mittelst Ausleger und Streben rund um den Bau ein an den Ecken durch Drehscheiben verbundenes Transportgeleise angebracht, so daß auf diesem die Materialien bis unter einen der 6 Laffettenkrahne gefahren werden konnten, welche sich wieder oben auf dem Gerüst bewegten und von dem Transportgeleise bis auf die obere Höhe förderten.

Für die Versetzung der großen Figurenblöcke in den Giebdreiecken und auf der First von zum Theil mehr als 100 Ctr. Gewicht (wie z. B. 2 aus einem Block gearbeitete Grazien, u. a.), welche soviel als thunlich schon in der Werkstatt vorgearbeitet waren, reichten die bisherigen Hebevorrichtungen allerdings ohne Weiteres nicht aus. Jedoch durch Verwendung zweier solcher Krahne, welche gemeinsam einen in seiner Mitte die Last tragenden Balancier hochzogen und zwar nicht direct, sondern mittelst loser Rollen an dessen Enden, indem das andere Ende der beiden Seile oberhalb des späteren Standpunktes der Blöcke befestigt war, gelang es, nach gehöriger Verstärkung der in Betracht kommenden Gerüststrecke, ohne außergewöhnliche Vorkehrungen, die schweren Blöcke auf die bedeutende Höhe von 36 m über Terrain zu heben und dort zu versetzen. Einige Schwierigkeit verursachte übrigens die Sicherung des massiven Hauptgesimses auf den nur 1 1/2 Stein starken Mauern an den Enden des Oberbaues. Da hier, in dem Bereich der Bühne wenigstens, nach Innen keine Ueberkragung oder dergleichen zulässig war, und man die Dachconstruction zu diesem Zweck nicht in Anspruch nehmen wollte, so erübrigte nur, mit den die Eisenconstruction haltenden Zugstangen entsprechend tief an der Mauer hinabzugehen. Weil aber in Folge dessen diese Stangen eine Länge von 6 m erhalten mußten, so ist versucht worden, deren Verlängerung durch die Wärme, welche entsprechend ein Kippen des Gesimses zur Folge haben würde, durch genau justirte und in gußeiserne Lagerkästchen eingespannte Federn aus Stahl zu compensiren. Diese Federn sind zur Zeit der höchsten Temperatur eingestellt und gerade so stark, daß sie die ihnen zugemuthete Last ohne Durchbiegung halten; bei einer gröfßeren Beanspruchung, wie solche durch Verkürzung der Zugstangen in Folge von niedrigerer Temperatur herbeigeföhrt werden müßte, würden die elastischen Federn entsprechend durchbiegen und so stets dem jeweiligen Zustande Rechnung tragen.

Ein sehr nahe liegender Wunsch, der sich gleich bei der Wahl des mit Recht hochgeschätzten Steins von Savonnières geltend machte, war der, die schöne weißgelbliche Farbe des Materials auch für die Dauer möglichst sauber und klar zu erhalten. Um deshalb den bei den bedeutenden Ausladungen sehr unangenehmen Tropfenfall und die damit verbundene Beschmutzung der Facaden durch den auf den Gesimsen abgelagerten Staub thunlichst zu verhüten, wurden alle größeren Gesimse, also die Gurt- und Hauptgesimse, beim Unter- und Oberbau in besondere Rinnen nach rückwärts entwässert und die Hauptgesimse wie die Dachflächen selbst mit Zink auf Leisten eingedeckt. Es läßt sich freilich nicht verkennen, daß hierbei — ungeachtet der sorgfältigen Reinigung und Unterhaltung der Rinnen — gewisse Uebelstände mit in den Kauf genommen werden mußten, und vorzugsweise zeigten sich dieselben gerade während des Baues, als diese Abdeckungen noch unvollendet waren. Es blieb nämlich nicht aus, daß das Wasser trotz der für einen solchen Fall vorgesehenen und mit Abtropfzäunen versehenen Löcher in den Hängeplatten an einigen Stellen in größerer Menge in den Stein drang, nachdem es vorher das unmittelbar darauf oder daran liegende, Cement enthaltende Mauerwerk durchsickert und gewissermaßen ausgelaugt hatte. Die Folge waren unangenehm auffallende rostgelbe Flecken in größerer Ausdehnung, die je nach der geringeren oder stärkeren Tränkung mit dem cementhaltigen Wasser sich nach dem Trocknen nicht immer wieder verloren, sowie eine erstaunliche Härte des sonst weichen Steines, und zwar derart, daß die gewöhnlichen Instrumente kaum noch angriffen. In solchem Falle half zuweilen das Abhobeln dieser fleckigen Stellen auch nicht mehr, besonders, da dieselben oft ziemlich tief gingen. Wie man sieht, erfordert demnach die Verwendung von Cement bei diesem Material eine gewisse Vorsicht, zumal bei ornamentirten Stücken, wo sich das Hobeln verbietet. Sonst erwies sich dies auch zu allen Bildhauerarbeiten verwendete Material — nur für den Pegasus und 8 tanzende Gruppen erschien Metall unerlässlich — als ein außerordentlich brauchbares und bequemes, zumal da bezüglich der Größe der Stücke eigentlich keine Grenze besteht. Die Verwendung dieses Savonnièressteins bei großen monumentalen Gebäuden, z. B. der Cathedrale von Toul, St. Epore zu Nancy, dem Grand Hotel de Louvre, dem Viaduct bei Nogent sur Marne, endlich beim Kölner Dom sprechen schließlich genügend für das Vertrauen, welches man in seine Wetterbeständigkeit setzt.

Zimmerconstructions.

Anfangs war beabsichtigt, den Dachstuhl des Oberbaues in Eisen zu construiren. Die trotz der sehr niedrigen Eisenpreise aber immer noch erheblich größeren Kosten, sowie der Umstand, daß die gesammte Bühneneinrichtung in Holz zur Ausführung kommen werde, also ein eiserner Dachstuhl bei deren etwaigem Brande ganz und gar keine Vorzüge vor einem hölzernen darbieten würde, sowie die Annahme, daß eiserne Dachstühle wohl für solche Gebäude eine gewisse Feuersicherheit bieten, welchen zufolge ihrer sonstigen Beschaffenheit und Bestimmung die Gefahr von Aufsen droht, nicht aber für solche, welche sie selbst in ihrem Innern bergen, führten schließlich dazu, von der ausschließlichen Verwendung des Eisens bei diesen Dachbindern von 23 m l. Spann-

weite abzusehen und dasselbe nur in soweit zu verwenden, als es der Construction halber unumgänglich war. Es beträgt übrigens die in den 19 Bindern enthaltene Holzmenge nur 55,50 cbm gegen 402,50 cbm in der Bühneneinrichtung und 1800 cbm außerdem noch im Gebäude überhaupt (einschl. aller Fußböden, Decken- und Dachschaalung).

Die mit polygonaler Obergurtung und gerader Untergurtung construirten Binder, welche in Abständen von etwa 3 bis 3,40 m Entfernung und mit Mauerankern versehen auf rothen Sandsteinquadern aufrufen, bestehen demnach in ihren Gurtungen und Streben aus Holz, in ihren Verticalen aus Rundeisen. Gulseisen ist nur für die einfachen rechteckigen Unterlagsplatten und für das Widerlagerstück in den sonst wie die Stofsplatten aus Schmiedeeisen gefertigten Endschuhen der unteren Gurtung verwendet. Das Holz in vorgenannten Theilen ist tannenes, dahingegen sind alle sogenannten Klötze in den Knotenpunkten des Systems (die Widerlager der Innenstreben) thunlichst nur in der Längsrichtung gedrücktes Eichenholz. Analog sind die Träger über dem Treppenhaus (ca. 17 m l. Sp.) und den Probesälen (ca. 18 m l. Sp.) construirte, nur daß hier das Gulseisen etwas mehr verwendet ist, während die Verticalen, wie vor, wieder aus Rundeisen bestehen. Die großen Oberbau-Binder wurden mit Hilfe eines festen Mittelgerüsts an Ort und Stelle selbst zusammengebaut und erhielten in der Mitte 10 cm Sprengung nach oben. An diesen je nach ihrer Beanspruchung stärker, beziehungsweise schwächer construirten Dachbindern hängt nun in der Bühne der ganze obere maschinelle und scenische Apparat sowie im Logenhaus die Decke, und zwar derart, daß die Aufhänge- oder Stützpunkte stets möglichst direct an die eisernen Verticalen angreifen, beziehungsweise sich thunlichst in den Knotenpunkten selbst befinden.

Obwohl nun diese Constructions den an sie gestellten Anforderungen entsprachen und besonders die gewünschte Annehmlichkeit boten, daß untergeordnete Vorkehrungen ohne Schwierigkeit überall anzubringen waren, so läßt sich doch nicht verkennen, daß Holz für derartige große Constructions Eigenschaften besitzt, die durchaus danach angethan sind, fast mehr noch als jene vorstehenden Erwägungen bei der Entscheidung über die Wahl des Materials in's Gewicht zu fallen und dieselbe zu beeinflussen. Dies sind vor Allem seine Unbeständigkeit und dann seine leichte Zerstorbarkeit resp. seine Vergänglichkeit. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß im Hinblick auf diese Mängel von vornherein nach jeder Richtung vorgesorgt wurde, aber trotzdem liefs sich nicht vermeiden, daß z. B. die Innenstreben in Folge des Schwindens einzelner Theile durch die trockene Luft doch lose wurden und in ihren Enddornen schlotterten, so daß die Muttern auf den Verticalen mehrfach etwas nachgezogen, besonders aber die Streben selbst anfangs mit eisernen Parallelkeilen, hernach mit solchen aus gedörtem Buchenholz nachgekeilt werden mußten. Eine weitere Unannehmlichkeit der ortsüblichen und auch in vorliegendem Falle verwendeten Holzgattung sind die ganz unerhörten Längsrisse, welche fast den inneren Zusammenhang zu beeinträchtigen scheinen und Bedenken bezüglich der Zulässigkeit der gebräuchlichen Festigkeitscoefficienten erwecken.

Zum Schutz gegen allzusehriges Umsichgreifen der Flammen bei einer Feuersgefahr wurde übrigens sämtliches Holzwerk 2 mal, einzelne Theile sogar 3 mal mit Kali-

wasserglas aus der Fabrik von Baerle & Co. in Worms angestrichen. Der zu diesem Anstrich als Bindemittel nöthigen Schlemmkreide war aus Zweckmäßigkeitsgründen gleich in der Fabrik etwas Farbe, für die Fußböden gelb, für die übrigen Holztheile grau, beigemischt.

Eisenconstruktionen.

Weil die Ventilationscanäle in der Umfassungswand des eigentlichen Logenhauses den gesammten Raum daselbst beanspruchten, blieb für die Verwendung von Stein oder auch nur Holz zu den Trageconstruktionen nicht mehr der erforderliche Querschnitt übrig, und man mußte daher zum Eisen seine Zuflucht nehmen. In Folge dessen ist, und zwar nach einem Specialproject des jetzigen Prof. Krohn in Aachen, die Construction für die Ränge sowie für die umlaufenden Corridore bis an die Umfassungsmauern des Logenhauses — mit Ausschluß der Prosceniumslogen — in ihrem eigentlichen Gerippe gänzlich, und zwar bis auf einige gußeiserne Säulen auch in ihren Stützen, aus Schmiedeeisen hergestellt. Letztere bestehen des beschränkten Platzes wegen meistens nur aus starkem Flacheisen resp. Platten, zum Theil mit einseitig aufgesetztem T- oder aus Γ-Eisen in den vier Ecken, welches mit Flacheisenbändern zusammengehalten wird. Besondere Schwierigkeiten boten die in den einzelnen Rängen bald vor-, bald zurückspringende Rückwand des Zuschauerraumes, sowie die terrassirten Fußböden dar, weshalb die Stützen resp. Balken größtentheils geknickt werden mußten, und diese Schwierigkeiten steigerten sich noch durch die stete Rücksichtnahme auf das Durchbringen der zahllosen Canäle resp. ausgedehnten Lufträume. Die gleiche Rücksichtnahme erschwerte ferner die Anbringung der weiteren Hilfsconstruktionen für die Fußböden resp. deren Lagerhölzer. Denn während sich die Decken und Fußböden der Corridore mittelst der bei den Mauerconstruktionen beschriebenen Betonirung auf leichte Weise zwischen den betreffenden Walzbalken herstellen ließen, machte es verhältnißmäßig viel Mühe, die Holztheile zur Befestigung der Decken, Fußböden und Brüstungen der Ränge möglichst ohne Einschränkung der Querprofile an den Eisentheilen anzubringen, obwohl die geschweiften, 4 cm starken Brüstungen, welche aus 3 Holzdecken, nämlich einer horizontalen Mittellage mit 2 querlaufenden Fournieren zu beiden Seiten, bestehen, schon in sich allein eine große Stabilität besitzen und so nicht nur dadurch ihre Befestigung erleichtern, sondern auch wieder mittragen helfen. Am mühsamsten war es jedoch, die sorgfältig abzudichtenden Luft-Zu- und -Abführungscanäle sowie die horizontalen Trennungsböden je zwischen dem unteren Sammelraum für die schlechte und dem oberen Vertheilungsraum für die frische Luft vollständig dicht in diesen verzwickten Räumen einzubauen.

Eine den betreffenden Stützen entsprechend durchgeführte partielle Probelastung mittelst gefüllter Getreidesäcke kurz vor Eröffnung des Hauses bestätigte schließlich die vollständige Stabilität dieser eigenartigen Construktionen.

Zur Aufnahme des Ventilationskuppelgebäudes mit 2 Wasserreservoirien von je 20 cbm Inhalt mitten über dem Zuschauerraum auf dem Oberbau-Dach sowie zur Befestigung des aus 2 mm starkem Eisenblech gefertigten Kronenschlotes von ca. 3,50 m Dm. und 9 m Länge, an dessen oberem Ende sich der Exhaustor befindet, dienen 2 Paar gekuppelte Träger,

welche bei fast gleicher Form wie die hölzernen Dachbinder aus Walzeisen construirt sind und in gußeisernen Stühlen mittelst Hängelager auf den Mauern aufrufen.

Der eiserne Vorhang von 17,20 m Breite und 15,50 m Höhe aus 1 mm starkem, 75 mm hoch horizontal gewelltem Blech mußte, um, wenn er aufgezogen, die Prosceniumsöffnung vollständig frei zu lassen, in 2 Theilen construirt werden, deren unterer sich hinter den oberen schiebt. Da man den Vorhang bei dem erheblichen Abstände, den derselbe wegen des tief profilirten Bühnenrahmens von der Mauer erhielt, nicht mehr an dieser aufhängen konnte, so ruht derselbe mittelst eines Fachwerkträgers auf 2 je 27 m hohen schmiedeeisernen Stützen, innerhalb welcher die gußeisernen Gewichte laufen. Diese hängen mitsammt dem Vorhange in Stahldrahtseilen, und sind 2 Leute erforderlich, um ihn mittelst eines Vorgeleges in 4½ Minuten aufzuziehen. Das Hinablassen erfolgt mittelst Bremse in ca. 45 Secunden. Sowohl oberhalb als unterhalb des Vorhanges ist dieser Schutz durch Eisenblech soweit verlängert, als es der vollständige Abschluß der Bühne von dem Zuschauerraum erfordert, und konnten hier bei den stabilen Construktionen auch entsprechend stärkere Dimensionen für die glatten Bleche in Anwendung kommen. Gleichzeitig mit dem Vorhang öffnen und schließen sich automatisch auch die eisernen Ventilationsklappen in den Abzugscanälen für die heiße Luft oben aus der Bühne nach dem Kronenschlot. Alle übrigen Thür- und Fensteröffnungen dieses Raumes, soweit letztere für die übrigen Gebäudetheile bezüglich der Fortleitung des Feuers eine Gefahr bieten, sind je nach der Oertlichkeit außer den Holzthüren noch mit gewöhnlichen eisernen Thüren oder mit Schiebethüren aus Wellblech versehen, welche letztere, wie der Vorhang, in Gegengewichten hängen.

Endlich sei noch der Fahrrampe gedacht, welche zum Transport der Decorationen, Pferde etc. seitwärts nach Außen führt. Da dieselbe als stabile Construction den Verkehr des Platzes in unschöner Weise gestört haben würde, mußte sie beweglich gemacht werden, und so erfolgt das Ein- und Ausziehen der unteren Hälfte mittelst eines Vorgeleges, indem die Last möglichst durch Gegengewicht ausbalancirt wurde. Der obere Theil läßt sich in gleicher Weise um den Anfallpunkt bewegen und in die horizontale Lage bringen, so daß der betreffende Raum zur Zeit der Vorstellung, während welcher die Rampe als solche nicht gebraucht wird, zum Unterbringen von Requisiten dienen kann.

Baukosten.

Wie schon Eingangs erwähnt, wurde auf Grund des skizzenhaft gehaltenen Concurrrenzprojectes der Bau zunächst überschläglich auf 1 200 000 M. veranschlagt. Der später, nach Fertigstellung der genauen für die Bauausführung durchgearbeiteten, vielfach abgeänderten und erweiterten Pläne angefertigte detaillirte Kostenanschlag ergab jedoch eine Summe von 4 250 000 M., welche auf Wunsch der städtischen Baudeputation auf 4 000 000 M. reducirt wurde und in dieser Höhe die Genehmigung sowohl des Magistrats als der Stadtverordneten-Versammlung erhielt.

Nach Vollendung des Baues und der Abrechnung stellten sich die einzelnen Titel des Anschlags wie folgt:

I. Erdarbeiten	65226,57 M.
II. Mauerarbeiten	1177637,64 „
III. Zimmerarbeiten {	217956,51 „
IV. Staakerarbeiten {	
V. Klempnerarbeiten	63677,93 „
VI. Steinmetzarbeiten	505467,90 „
VI.a Bildhauerarbeiten	135904,20 „
VII. Marmorarbeiten	109087,60 „
VIII. Schmiedearbeiten	150576,37 „
IX. Tischlerarbeiten	196497,66 „
X. Schlosserarbeiten	36212,51 „
XI. Glaserarbeiten	18778,60 „
XII. Anstreicherarbeiten	11929,71 „
XIII. Maler-, Vergolder-, Stuccatur- u. Tapezierarbeiten	323749,29 „
Uebertrag: 3068802,49 M.	

Uebertrag: 3068802,49 M.	
XIV. Heizung und Ventilation	354039,20 „
XV. Gaseinrichtung	120931,62 „
XVI. Wasserleitung und Entwässerung	237666,98 „
XVII. Insgemein u. Kosten der Bauleitung	375130,25 „
in Summa 4156570,54 M.	

Dazu kommen:

XVIII. Das Pumpwerk (im Decorationsmagazin)	56100 M.
XIX. Beleuchtungsgegenstände u. Mobiliar	288787,14 „
XX. Bühneneinrichtung	199745,39 „

Mithin betragen die Gesamtkosten 4701203,07 M.

Berlin im Februar 1883.

J. A. Becker. E. Giesenberg.

Der Umbau der Neuen Kirche in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 30 bis 36 im Atlas.)

Als die im Jahre 1484 von einem Berliner Bürger gestiftete Jerusalems-Capelle der stark angewachsenen Gemeinde nicht mehr genügte, liefs im Jahre 1700 der damalige Churfürst, später König Friedrich I., dem Magistrate der Friedrichsstadt einen Platz auf der Esplanade der Contrescarpe vor dem Leipziger Thor auf dem daselbst befindlichen Kirchhofe zum Aufbau einer neuen Kirche anweisen, welche den Deutsch-Reformirten sowohl wie den Lutheranern als Simultankirche dienen und „teutsche Kirche“ genannt werden sollte. Gleichzeitig wurde auch der französisch-reformirten Gemeinde daselbst ein Platz zugetheilt, auf welchem dieselbe nach dem Vorbilde der 1685 zerstörten Kirche zu Charenton bei Paris durch Cayart die „französische Kirche“ erbauen liefs. Den Grundriß der „teutschen Kirche“ verfertigte der Landbaudirector Martin Grünberg, die Bauausführung wurde dem Hofstuccateur Baumeister Johann Simonetti, die Construction und die Ausführung des damals viel bewunderten Dachstuhles dem Regensburger Zimmermeister Christian Kemmeter übertragen. Am 11. August 1701 wurde in Gegenwart des Kronprinzen, später Königs Friedrich Wilhelm I., der Grundstein gelegt, und am zweiten Ostertage 1708 die Kirche eingeweiht.

Der Grünberg'sche Entwurf ist umstehend im Grundriß und Querschnitt dargestellt. Der Grundriß zeigt ein regelmäßiges Fünfeck, welches um einen Kreis von 19,02 m Durchmesser gelegt ist. Die 11,82 m breiten Oeffnungen der 5 Seiten sind durch halbkreisförmige Nischen geschlossen. Die in einer Höhe von 3,55 m und 3,20 m in denselben angelegten, durch je 10 Holzsäulen getragenen, doppelgeschossigen Emporen begrenzen gegen den Innenraum ein Zehneck, um vor den Pfeilern noch Verbindungsgänge zu gewinnen. Die 5 Oeffnungen sind in einer Höhe von 10,40 m horizontal durch Holzträger überdeckt, eine flache, in Holz construirte Kuppel, welche im Scheitel 3,33 m hoch ist, deckt den Mittelraum, flache Holzdecken die Nischen. Die Kanzel und der Altar vor derselben sind in der Hauptaxe vor dem östlichen Pfeiler aufgestellt. Der Thurmbau ist nie vollendet

worden, sondern in einer Höhe von 12,00 m provisorisch abgedeckt.

König Friedrich Wilhelm I. erbaute östlich von den Kirchen Stallungen resp. Kasernen für das Regiment „Gensd'armes“, und erhielt in Folge dessen der ganze Platz im Jahre 1773 den Namen „Gensd'armes Platz“. Im Jahre 1780 beschlofs Friedrich der Große, diesem Platze einen reichen architektonischen Schmuck zu verleihen, und beauftragte den „Capitaine von Gontard“, an den Ostfronten der beiden höchst unansehnlichen Kirchen hohe Kuppelthürme zu errichten. Die „Neue Kirche“, damals noch „teutsche Kirche“ genannt, mußte es sich gefallen lassen, daß ihre Sacristei auf lange Jahre unbenutzbar gemacht und des Tageslichtes beraubt wurde, daß 4 ihrer Fenster zugemauert und schließlic 2 unförmliche Pfeiler von 2,50 m Breite und 2,90 m Tiefe mitten durch ihre 2 Ostnischen aufgeführt wurden, welche bis zum jetzigen Umbau die Kirche im höchsten Grade verunstalteten. Das Schreiben, in welchem den „Herren Inspectores, Prediger und Vorsteher zur teutschen Kirche auf dem Gensd'armes Platze“ der Königliche Befehl mitgetheilt wird, schließt mit folgenden für die damalige Zeit charakteristischen Worten:

„Zugleich zeige ich an, daß die Zeichnungen, und Plans von diesem Bau fertig und daß also wenn allenfalls die pp. Herren einen unter sich ernennen möchten der sie einsehen das allenfalls dabei zu erinnernde, jetzt ehe der Bau angelegt wird, vorstellen könnte, ich diesen Herrn wohl recht gerne in meiner Wohnung erwarten werde.

Berlin den 27. April 1780.

Königl. Bau Contoir
v. Gontard.“

Am 28. Juli 1781 Morgens 3 Uhr stürzte der Thurm, welcher bis zu den Säulen des Tambours gediehen war, ein, und schon am 3. August finden wir in den Acten die Mittheilung, daß Herr Bau-Inspector Unger mit dem Forträumen des Schuttes und mit der Weiterführung des Baues beauftragt ist. Auf Blatt 30 sind in dem Grundriß des deutschen

Domes 2 Pfeiler *AA* angegeben, wie deren 8 auf einem Originalplane des Thurmbaues verzeichnet sind, welcher nach den auf das genaueste eingetragenen Maafsen und nach einer mit Blei geschriebenen Unterschrift des Raths-Maurermeisters George Schlätzer zu urtheilen, jedenfalls vor dem Bau angefertigt ist, da sich von letzterem eine Rechnung vom 28. Mai 1775 in den Acten findet. Die Dimensionen dieser 8 Pfeiler sind wahrscheinlich nur in der Absicht gewählt worden, dem

Innenraum ein gefälliges Ansehen zu verleihen, sie genügten aber nicht, um die ihnen aufgethürmte Last zu tragen. Die von Unger verstärkten Pfeiler entsprachen dann allerdings den ihnen zuertheilten Functionen, jedoch entstand dadurch ein dunkler unschöner Raum, welcher zu der herrlichen äusseren Erscheinung des Domes durchaus im Widerspruch steht. Ausserdem wurde durch die veränderten Pfeileranlagen ein innerer architektonischer Zusammenhang des Domes mit einem etwa vorzunehmenden Neubau der Kirche unmöglich gemacht. Die große Wirkung des Gontard'schen Baues liegt nicht nur in den schönen Verhältnissen des Ganzen sowohl

wie der einzelnen Bautheile zu einander, sondern auch in den höchst wirkungsvollen Abmessungen der einzelnen Gesimse. Die Unterzeichneten haben bei Gelegenheit des Umbaus der „Neuen Kirche“ es ermöglichen können, nicht

nur die Höhenmaafse des Domes festzustellen, sondern auch die Details der äusseren Architektur zu vermessen, und fügen die Resultate dieser Arbeiten in Blatt 36 und dem Fenster-Detail auf S. 157 bei.

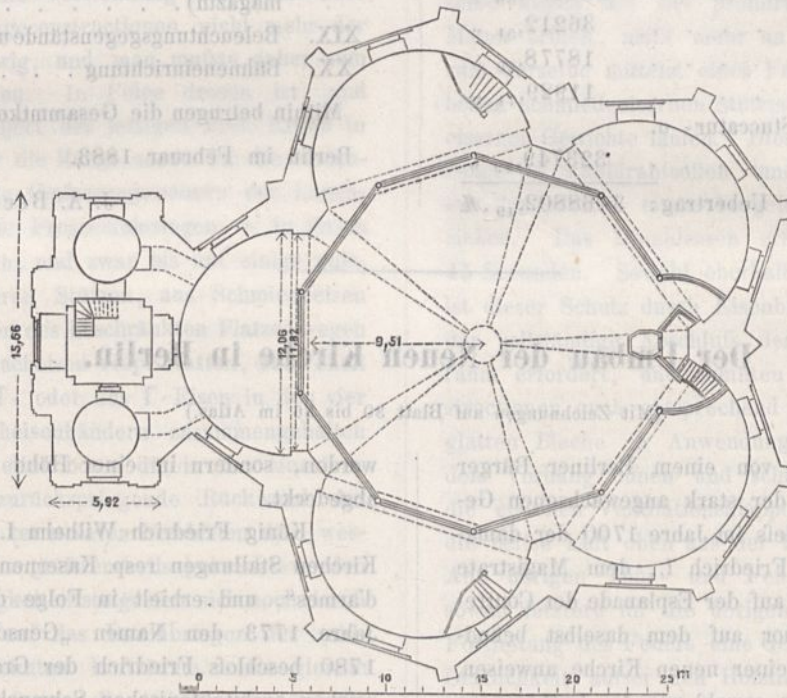
Was nun die „Neue Kirche“ ferner betrifft, so mußte sie in den traurigen Novembertagen des Jahres 1806 das Schicksal Preussens und speciell Berlins theilen: sie diente

während einiger Monate der feindlichen Cavallerie als Pferdestall.

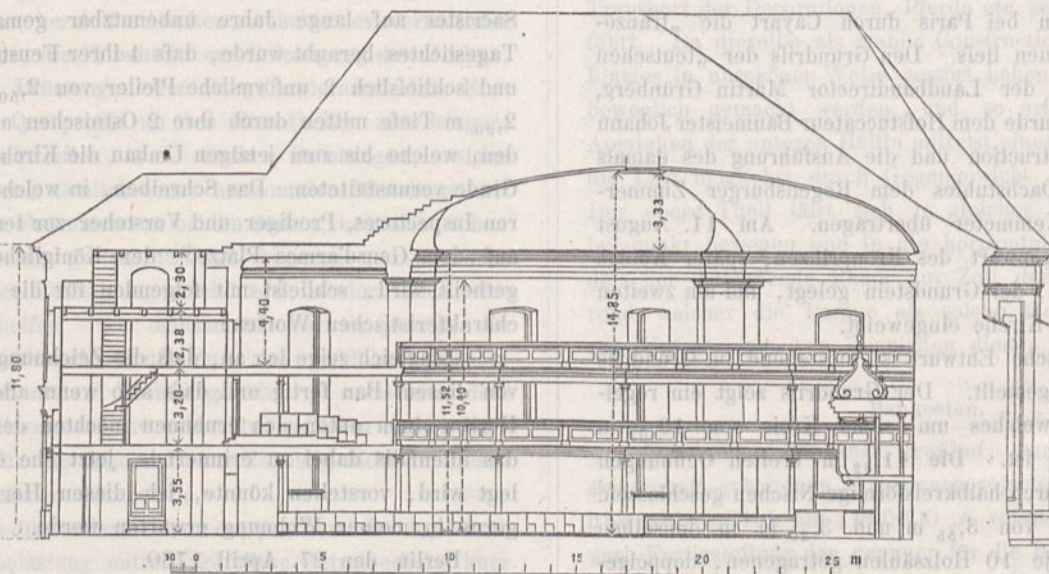
Einer nothdürftigen Reparatur, bei welcher man die oberen Emporen mit Ausnahme der Orgelempore beseitigte, wurde die Kirche im Jahre 1834 durch den damaligen Stadtbaurath Langerhans unterzogen, in den nächsten Decennien geriethen jedoch die Dächer und Holzdecken in einen so schadhafte und gefahrdrohenden Zustand, daß an eine gründliche Erneuerung gedacht werden mußte. Bei dieser Gelegenheit wurde in der Gemeinde der Wunsch rege, statt einer Erneuerung der schadhafte Theile einen Neuresp. Um-Bau vorzunehmen, der ihrer Kirche im Anschluß an den deutschen Dom eine dem schönen Platze entsprechende Gestalt verleihe. Schon Schinkel hatte an Stelle der vorhandenen Kirche ein Langhaus entworfen, welches in genauer Uebereinstimmung mit der Architektur des Domes mehr auf letzteren wie auf die Wünsche der Gemeinde Rücksicht nahm. Einer unmittelbaren Verbindung des Domes mit der Kirche standen selbst bei einem Neubau der letzteren außer den oben

erwähnten technischen Schwierigkeiten auch die gegenüber welche aus dem Umstande hervorgingen, daß der Dom dem Staate, die Kirche der Gemeinde gehörte. Sodann waren es auch die großen Kosten, welche die Ausführung eines Neubaues für die nicht reiche Gemeinde ohne fremde Beihilfe unmöglich machten. Ausserdem war es auch der Wunsch, die ihr liebgewordene, für eine protestantische Predigtkirche ungemein günstige Bauanlage zu erhalten, welcher die Gemeinde bewog, auf den von den Unterzeichneten gemachten Vorschlag einzugehen, nämlich: unter Benutzung der vorhandenen Umfassungsmauern einen Umbau auszuführen,

Grundriß der Kirche nach dem Grünberg'schen Project.



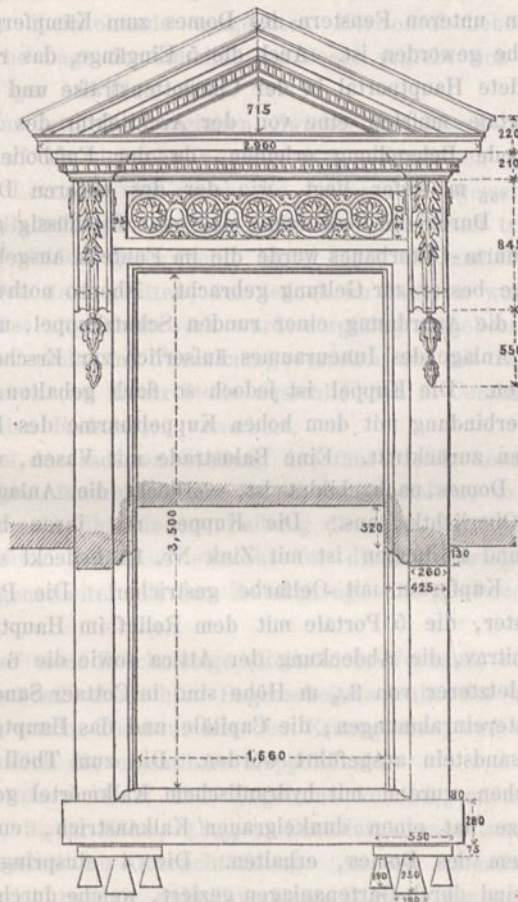
Querschnitt der Kirche nach dem Grünberg'schen Project.



unter Benutzung der vorhandenen Umfassungsmauern einen Umbau auszuführen,

welcher sich im Aeußeren möglichst der Architektur des Domes anschließt, dabei aber der Kirche den Charakter eines selbständigen Bauwerks bewahrt, und das Innere in einen mit Emporen versehenen, durchweg gewölbten Kuppelraum umwandelt.

Die im Jahre 1878 aufgestellten Entwürfe wurden nach vielfachen Verhandlungen im Jahre 1881 genehmigt. Im August desselben Jahres begann der Bau, und wurde es, begünstigt durch einen überaus milden Winter, ermöglicht, die in allen Theilen fertige Kirche am 17. December 1882 einzuweihen.



Fenster des deutschen Domes.

Der Grünberg'sche Entwurf, speciell der höchst eigenthümliche Grundriss, entstand in einer Zeit, in welcher man begann, den protestantischen Predigtkirchen eine centrale Raumanlage zu geben. Nicht ohne Einfluß dabei sind die herrlichen Centralbauten Bramantes geblieben, welche beim Beginn des 16. Jahrhunderts an verschiedenen Stellen Italiens aufgeführt worden sind, namentlich ist es die schöne S. Maria della Consolazione in Todi, welche Nehring 1695 dem Entwurfe der hiesigen Parochialkirche zu Grunde legte. Auch in den Maassen stimmen die beiden Kirchen fast überein. Die Weite der 4 Gurtbogen beträgt in Todi 14,64 m, in der Parochialkirche 15,06 m. Der Altar, hinter und zugleich über demselben die Kanzel, eine der damaligen von den Reformirten beeinflussten Anschauung entsprechende Anordnung, fand in der Mitte der offenen östlichen Nische, mithin in der Hauptaxe seinen Platz. Grünberg hatte diese Kirche ausgeführt und ist wahrscheinlich aus folgenden Hauptgründen bei dem 1700 entstandenen Plane für die „Neue Kirche“ von dem der Parochialkirche abgewichen. Zunächst

waren es technische Gründe,*) welche ihn zwangen, nach dem bei der Parochialkirche erfolgten Einsturze des Vierungsgewölbes und zweier Flügelgewölbe auf eine Verringerung in den Weiten der Gurtbögen und auf Anordnung wirksamer Widerlager Bedacht zu nehmen. Sodann mußte die Anlage der Kanzel in der Mitte einer offenen Nische als ungünstig angesehen werden. Sollte jedoch die Hauptaxe für die Stellung des Kanzel-Altars maassgebend bleiben, so war es erwünscht, dieselbe auf einen Pfeiler stoßen zu lassen. Allen diesen Anforderungen entsprach aber die Form eines regelmäßigen Fünfecks, welches der „Neuen Kirche“ zu Grunde gelegt wurde. Diese ungemein geistreiche, für die Ausbildung eines wirksamen Innenraumes so günstige Grundrissanordnung, welche unseres Wissens einzig dasteht auf dem Gebiete der Kirchenbaukunst, glaubte der Architekt unter allen Umständen erhalten zu müssen, weil dieselbe fast alle Bedingungen, welche der heutige protestantische Gottesdienst an den Kirchenbau stellt, vollkommen erfüllt. Die Stellung der Kanzel vor einer breiten Pfeileranlage in der Hauptaxe der Kirche und im Centrum der Sitzplätze, die Anordnung der Nischen, welche eine zweckmäßige und schöne Anlage von Emporen gestatten, sind Vortheile, welche in einem Langhause nicht zu erreichen sind.

Genauere Untersuchungen über die Tiefe der Fundamente, über die Beschaffenheit des Grund und Bodens, sowie über die Güte des Mauerwerks in den Umfassungsmauern ergaben so günstige Resultate, daß man die Erhaltung der letzteren bis zur Höhe des Kämpfers der jetzigen Gurtbögen, 9,00 m über Terrain, beschloß. Die fünf Oeffnungen, jede 11,82 m breit, wurden mit um 0,20 m überhöhtem Halbkreisbogen geschlossen und die 3 großen Nischen mit entsprechenden Halbkuppeln überwölbt, während in die 2 Ostnischen zur Verdeckung der oben erwähnten Pfeiler, welche die westliche Abschlußwand des deutschen Domes tragen, zwei kleinere concentrische Nischen eingefügt sind, welche sich in einer Weite von 6,96 m gegen den Kirchenraum öffnen. Ueber dem vermittelst Zwickel vom Fünfeck zur Kreislinie übergeführten Hauptgesimse, dessen Oberkante 16,70 m über dem Kirchen-Fußboden liegt, wölbt sich eine Flachkuppel mit einem Durchmesser von 19,02 m und einer Scheitelhöhe von 3,70 m, so daß der Kirchenraum jetzt eine Gesamthöhe von 21,40 m erhalten hat, während dieselbe früher nur 14,85 m betrug. Ein 5 m im Durchmesser großes Oberlicht unterbricht die Kuppel in ihrem Scheitel. Die zwei östlichen Nischen dienen im Erdgeschosse zur Unterbringung der Sacristei nebst Toilettenraum und Trésor, sowie eines Versammlungszimmers für Confirmanden und Trauzeugen. Im oberen Geschosse enthalten dieselben außer Utensilienräumen die Vorzimmer und Logen für den kaiserlichen Hof und für den Magistrat, den Patron dieser Kirche. Die westliche Empore dient als Orgel- und Sängerkor, so daß nur noch 2 Emporen für die Kirchenbesucher übrig bleiben, deren 80 auf jeder derselben Platz finden. Da in dem unteren Kirchenraume 610 Sitzplätze angeordnet worden, so sind im Ganzen mit den 2 östlichen Emporen für rot. 820 Zuhörer Sitzplätze geschaffen. Vor dem Umbau hatte die Kirche 1147, in ihrer ursprünglichen Gestalt mit den doppelgeschossigen Emporen ca. 1450 Sitzplätze, welche allerdings nicht

*) Siehe Deutsche Bauzeitung Jahrgang 1883, Seite 5.

so bequem waren wie die jetzigen. Jede der 5 Emporen ist von Außen direct zugänglich und hat ihre eigene Treppenanlage. Die Wendeltreppe in der Sacristei an der Mohrenstraße dient zugleich als Bodentreppe. Die Emporenträger ruhen auf je 4 gemauerten, mit einem Mantel von Giallo antico nachahmendem Stuckmarmor versehenen Säulen, die Emporen selbst sind in Holz construirt. Der Fußboden der Emporen liegt, wie früher, 3,65 m über dem Fußboden der Kirche, eine Anordnung, welche sich schon bei der alten Bauanlage bewährt hatte. Die Höhe des Fußbodens der Kanzel über dem der Kirche beträgt nur 2,40 m.

Die Sitzplätze, aus dunkelgebeiztem und lackirtem Kiefernholz mit einfach geschnitzten Köpfen aus Eichenholz gefertigt, sind im mittleren Kirchenraum concentrisch zur Kanzel angelegt und haben eine Sitzbreite von 0,55 m, während die Bänke 0,95 m von einander entfernt stehen. Das um 0,15 m erhöhte Podium unter den Bänken ist mit gewöhnlicher Holzdielung versehen, in welcher die zur Ausströmung der erwärmten Luft erforderlichen (0,13 m breiten) Schlitzlöcher und zwar direct unterhalb der Fußbretter ausgeschnitten sind. Die Oeffnungen sind mit Leisten eingefasst, welche das Hinabfallen des Kehrlichts und anderer Gegenstände verhüten. — Die Fußböden der Gänge, des Altarraumes und der Vorhallen sind in Terrazzo hergestellt.

Der gesammte Innenraum: die durch Cassetten, Friese und Leisten verzierten Gewölbeflächen, die Gesimse, die Wandflächen sowie die durch Pilastervorlagen ausgezeichneten Hauptpfeiler der Kirche haben einen durchweg einfarbigen und zwar hellgelblichen Leim- resp. Oelanstrich erhalten ohne Anwendung von Linien und Abtönungen. Die Kanzel, welche noch aus der Zeit des ursprünglichen Baues stammt und mit ihren reichen Barockformen sich an die in der von Nehring 1684 erbauten Schloßcapelle in Köpenick anschließt, ist einer gründlichen Erneuerung und Ergänzung unterzogen und ebenso wie das aus Eichenholz gefertigte Gehäuse der neuen Orgel gleichwie die Sitzbänke und Thüren in dunklem Eichenholztöne gestrichen resp. gebeizt und mit Bronze und Gold verziert. Diese Bautheile sowohl als auch die Gedächtnisplatten aus schwarzem Marmor mit vergoldeten Inschriften, der Taufstein mit vergoldeter Schale, die rothen Plüschportieren, der in reichen Farben gehaltene, von den Frauen und Jungfrauen gestickte Altarteppich, die silbernen Altargeräthe, die reichen in Silberbronze und Gold gehaltenen, aus Schmiedeeisen gefertigten 18 Candelaber und 14 Wandarme, die in bunten Farben mit Cathedralglas verglasten Fenster und das bunte Oberlicht geben dem Innenraume trotzdem ein farbiges Ansehen, während der einfach gehaltene Anstrich des Mauerwerks nach unserer Meinung viel dazu beiträgt, dem Innern einen großräumigen Charakter zu verleihen.

Die Kirche wird durch eine Niederdruck-Dampfheizung erwärmt, welche von L. J. Müller in Magdeburg ausgeführt ist. Der Heizkessel, welcher durch Anbringung eines 5,00 m hohen Standrohres höchstens bis auf 0,5 Atmosphäre Spannung gebracht werden kann, gewöhnlich aber nur auf 0,2 Atm. Spannung gebracht wird, befindet sich in einem kleinen Kellerraum unterhalb der westlichen Abside. Der Dampf steigt in das unterhalb der Sitzbänke befindliche Rohrsystem und erwärmt in kurzer Zeit zunächst den unteren

Theil der Kirche.*) Gegenüber einem Heizsystem mit Registern oder an einzelnen Punkten der Kirche aufgestellten Dampfcylindern bietet die Vertheilung der Wärme durch Rohre, welche im Fußboden liegen, den Vortheil einer gleichmäßigen und raschen Erwärmung des Raumes von Unten nach Oben, welche den Sitzplätzen in erster Linie zu Gute kommt.

Das Außere der Kirche schließt sich der vorhandenen Architektur des deutschen Domes möglichst an, jedoch mußten die Fenster in nothwendiger Consequenz der Innen-Architektur eine von den Fenstern des Domes abweichende Lage und Gestalt erhalten, und zwar derart, daß das Bandgesims über den unteren Fenstern des Domes zum Kämpfergesims der Kirche geworden ist. Auch die 5 Eingänge, das reicher ausgebildete Hauptportal in der Charlottenstraße und die 4 Nebenportale mußten eine von der Architektur des Domes abweichende Behandlung erleiden, da der Fußboden der Kirche 1,65 m tiefer liegt, wie der des unteren Domgeschosses. Durch die Beseitigung des jetzt überflüssig gewordenen Thurm-Unterbaues wurde die im Fünfeck ausgebildete Bauanlage besser zur Geltung gebracht. Ebenso nothwendig erschien die Anordnung einer runden Schutzkuppel, um die centrale Anlage des Innenraumes äußerlich zur Erscheinung zu bringen. Die Kuppel ist jedoch so flach gehalten, daß sie in Verbindung mit dem hohen Kuppelthurne des Domes bescheiden zurücktritt. Eine Balustrade mit Vasen, welche der des Domes nachgebildet ist, verdeckt die Anlage des oberen Oberlichtkastens. Die Kuppel mit ihren breiten Rippen und Füllungen ist mit Zink Nr. 14 gedeckt und in dunklem Kupferton mit Oelfarbe gestrichen. Die Plinthe, die Pilaster, die 5 Portale mit dem Relief im Hauptportal, der Architrav, die Abdeckung der Attica sowie die 6 Figuren auf letzterer von 3,5 m Höhe sind in Cottaer Sandstein, die Fenstereintrahmungen, die Capitäle und das Hauptgesims in Kunstsandstein ausgeführt worden. Die zum Theil alten Wandflächen wurden mit hydraulischem Kalkmörtel geputzt. Das Ganze hat einen dunkelgrauen Kalkanstrich, entsprechend dem des Domes, erhalten. Die 4 einspringenden Winkel sind durch Gartenanlagen geziert, welche durch kräftige Gitter nach außen geschützt sind.

Die Construction der Gewölbe und des Daches ist von Herrn Ingenieur R. Cramer entworfen und unter seiner Leitung ausgeführt. Derselbe theilt Folgendes darüber mit:

1. Die innere Kuppel.

Aesthetische wie praktische Gründe forderten für den Innenraum der Kirche eine massive kuppelförmige Decke. Ihre Gewichts- und Schubverhältnisse waren den vorhandenen, bis Kämpferhöhe beizubehaltenden fünf Pfeilern anzupassen.

Mit Rücksicht auf die Fundamentbasis des (durch den Thurmgiebel stark belasteten) Ostpfeilers mußte ein möglichst leichtes Material für die Wölbungen gewählt werden. Als solches dienten hartgebrannte poröse Ziegel (von den Greppiner Werken bezogen), deren Festigkeit der von gewöhnlichen guten Hintermauerungssteinen mindestens gleichkommt. In diesem Material sind die eigentliche Kuppelschale, der Tambour mit dem Kranzgesims, sowie die fünf

*) Näheres: Deutsche Bauzeitung Jahrgang 1882, Seite 607.

Gurtbögen mit den Zwickeln und Nischenkappen ausgeführt worden.

Bis 3 m über Kämpferhöhe wurden Gurtbögen und Zwickelanfang durch Auskragung in horizontalen Schichten aus gewöhnlichen Steinen hergestellt.

Hierauf beginnt der eigentliche Bogenverband. Ein inniger Zusammenhang zwischen Zwickel- und Gurtbogen-Mauerwerk wird bewirkt durch eine Art Verzahnung auf der inneren Seite der Gurtbögen, wo ihre Stirnansicht an die Kugelfläche der Zwickel sich anschließt. Auf der Rückseite sind die Bogenschenkel vom Scheitel ab bis zur Auskragung zunehmend bis etwa 1 m verbreitert zur Aufnahme des vom unteren Zwickelrande ausgeübten Horizontalschubes. Die räumliche Lage der Stützlinie im Bogen ergibt sich aus der betr. Figur auf Blatt 33.

Am Ostpfeiler beginnen Zwickel und Bögen nicht sowohl auf als vielmehr vor der dort vorhandenen Aufmauerung. Letztere war durch die früheren Hängewerks-Auflager, Balkenköpfe, Anfänger der die Giebelwand tragenden Bögen, vielfach geschwächt, hatte durch das undichte Dach äußerlich stark gelitten, war jedoch im Inneren wohl erhalten. Das alte Mauerwerk wurde sorgfältig ausgebessert, auf der Vorderseite mit Verzahnung versehen und mit dem neuen Mauerwerk (an dieser Stelle ausschließlich in Cementmörtel) nach allen Richtungen verankert.

Bei der radialen Stellung der fünf Pfeiler konnten die Gurtbögen innerhalb keine Archivolten erhalten, es schneidet vielmehr ihre innere Laibung direct in die Kugelfläche der Zwickel. Hieraus entsteht für die Durchdringung der Gurtbogenscheitel mit dem Zwickelringe eine gewisse Schwierigkeit.

Auf dem Zwickelringe (Rollsicht-Verband) resp. den entsprechend überhöhten Bogenscheiteln ruht der niedrige, 2 Stein starke Tambour mit dem Kranzgesims, und auf diesem endlich die eigentliche Kuppelschale.

Letztere bildet eine Kugelzone von 14,0 m mittlerem Radius, 3,7 m Höhe, 19,02 m Basisdurchmesser und 5,0 m Durchmesser der Oberlichtöffnung. An der Innenfläche befinden sich zwanzig radiale verjüngte Rippen, paarweise angeordnet, von 1 Stein Stärke, die übrige Fläche ist 18 cm stark ausgeführt. Die Rippen dienen lediglich akustischen, bezw. ästhetischen Zwecken und sind für die Construction an sich weder nothwendig noch auch nur erwünscht. In der 18 cm starken Fläche sind Steine besonderen Formates, 25 · 18 · 6,5 cm groß, verwendet worden, im ganzen 15000 Stück, neben 10000 Stück gewöhnlichen Formates.

Die Einwölbung der Kuppelschale erfolgte freihändig nach einer in der Mitte aufgestellten einfachen hölzernen drehbaren Lehre. Es wurden täglich nur 5 bis 6 Schichten gemauert, so daß stets dem Mörtel (1 Cement, 2 Kalk, 6 Sand) hinreichend Zeit zum theilweisen Abbinden blieb, bevor die Belastung weiter zunahm.

Am äußeren Rande ist die Kuppelschale durch einen eisernen Ring (Flacheisen 150 · 13 mm) eingefasst, ebenso am Oberlicht durch einen \square -förmigen Eisenring. Sie lastet demnach lediglich vertical auf dem Tambour.

Vor Beginn der Kuppelwölbung wurden die Gurtbögen nach ein- bis dreimonatlichem Stehen ausgerüstet. Weder hierbei noch nach dem Schlusse der Kuppel haben sich ein merkbares Setzen, Risse oder andere Mängel gezeigt. Auf

der Rückseite sind die Gewölbe mit Cement geputzt, innen mit Kalk resp. Gips. Anfangs waren die Fugen wegen der Porosität der Steine im Putz deutlich sichtbar, doch verlor sich diese verschiedene Färbung nach einigen Wochen vollständig.

Bei der überaus einfachen Ausführung der Kuppelschale haben ihre Kosten, einschließlic Material (285 qm Grundfläche) nur etwa 4000 \mathcal{M} betragen, mithin weniger, als eine flache Holzbalkendecke mit den erforderlichen Hängewerken gekostet haben würde. Bei Verwendung gewöhnlicher (statt poröser) Steine, die um ca. $\frac{1}{3}$ billiger, und unter Fortlassung der den Verband erheblich erschwerenden Rippen würde sich dies Verhältniß noch weit günstiger stellen.

2. Verankerung der Pfeiler.

Die Rechnung ergibt folgende Gewichte (in runden Zahlen):

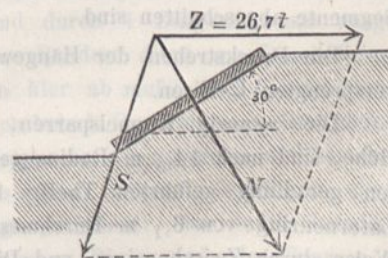
Kuppelschale	80 t
Tambour (bis zum inneren Bogenscheitel)	60 -
auf jeden Pfeiler mithin $\frac{1}{5} \cdot 140 =$	28 t
ferner ein Zwickel	9 -
und 2 halbe Gurtbögen	13 -
zusammen rot.	50 t

freihängende Last vor jedem Pfeiler. Der directe Horizontalschub der Kuppelschale wird durch einen besonderen eisernen Fußring aufgenommen, bleibt demnach ohne Einfluß auf die Pfeiler.

Es ergibt sich weiter im Gurtbogenscheitel ein Horizontalschub von 17 t, ebenda ein Zwickelringdruck von 13 t, zusammen in Richtung jeder Fünfeckseite 30 t Horizontalschub, in radialer Richtung auf jeden Pfeiler 26,7 t.

Zur Aufnahme hatten die Eckpfeiler unter Beihilfe der anschließenden Nischenwände genügt. Doch würde, besonders auf der durch den Thurm belasteten Ostseite, eine erhebliche Verschiedenheit in Beanspruchung der Fundamente eingetreten sein. Auch war an den großen Sandsteinblöcken der Pilaster vor den westlichen Nischenecken eine schiefe Beanspruchung nicht erwünscht. Um dies zu vermeiden wurde eine eiserne Verankerung der fünf Pfeiler angeordnet, und zwar oberhalb der Gurtbögen, weil innerhalb, etwa quer durch die Nischen an der statisch günstigsten Stelle, eine solche zu störend gewirkt haben würde.

Dieselbe besteht aus Flacheisen (2 à 150 · 13 mm) im Fünfeck über die Pfeilerköpfe verlegt. Für die Größe des Fünfecks war einerseits der Tambourdurchmesser, andererseits der auf dem Ostpfeiler verfügbare geringe Raum maßgebend. An die Ecken des Fünfecks sind auf den vier westlichen Pfeilern Platten durch 70 mm starke Rundeisen angeschlossen. Diese Platten haben eine Größe von 550 · 600 mm und liegen um fast 30° gegen den Horizont geneigt. Von diesen Platten gehen gabelartig in die Nischenwände zwei Anker (Projection beider in S) unter 45° gegen das Loth geneigt, von 10 m Länge und 50 mm Durchm. mit Endplatten von 600 mm Durchm. nahe den äußeren Nischenecken.



Durch die Anker S wird eine Last von etwa 30 t so auf die geneigte Platte übertragen, daß letztere unter dem gleichzeitigen Einfluß des Ankerzuges $Z = 26,7$ t einen Normaldruck $N = 32,8$ t erzeugt.

Ein solcher Normaldruck genügt (abgesehen von einem geringfügigen Moment, welches in dem 2,5 m starken Pfeilerkopf unschädlich bleibt) zur Concentrirung der Gewölbe-Lasten und -Schübe auf die inneren Eckpfeiler.

Auf der Ostseite verhinderte der benachbarte Thurm die Anwendung derselben Verankerungsform, doch blieb das Princip das nämliche: durch die Lage der die fehlende Last herbeischaffenden Anker von vornherein im Pfeilerkopfe eine nach innen geneigte Reaction zu erzeugen.

Da das Gewicht der hier vorhandenen Aufmauerung oberhalb des Fünfeck-Ankerringes nicht genügte, wurde ein unterhalb belegener unbenutzter und unbenutzbarer Raum im Rücken des Ostpfeilers mit etwa 20 cbm Mauerwerk gefüllt und dessen Gewicht wiederum durch geneigte Anker mit dem Ringe verbunden. Das Nähere ergibt die Zeichnung, in der das neu hinzugefügte Mauerwerk durch dunklere Schraffirung von dem vorhandenen (hell schraffirten) unterschieden ist.

Die Verankerung wurde nach dem Ausrüsten der Gurtbögen, vor dem Einwölben der inneren Kuppel, gleichzeitig mit der Montirung der Dachconstruction ausgeführt.

3. Kuppeldach.

Das Kuppeldach ruht auf fünf eisernen Hängewerken, deren untere Gurtung mit der oben erwähnten Pfeilerverankerung combinirt ist. Die oberen Gurtungen sind durch fünf Zwischen-Hängewerke verbunden. Es entsteht zunächst als Basis der Kuppelconstruction ein Zehneck. Auf jede Ecke trifft ein Kuppelsparren. Um noch auf jede Seitenmitte einen Sparren führen zu können, sind im Aufriß diese Seiten nicht geradlinig belassen, sondern bis zur Dachfläche gehoben. Die zehn Seitenmitten oder Spitzen der Hängewerke sind durch Rundeseisen im regelmäßigen Zehneck mit einander verbunden. Hierdurch bilden sich zwei verschlungene in verschiedenen Ebenen liegende Zehnecke als Kuppelbasis. Es sind dem entsprechend zwei Fußringe vorhanden: das eben erwähnte Rundeseisen-Zehneck und die oberen Gurtungen der fünf Haupt- und Zwischen-Hängewerke.

Je zwei benachbarte Hängewerke sind durch Windkreuze verbunden, so daß die Hängewerke gleichsam die Kuppelconstruction bis zu den Auflagern fortsetzen. Das ganze eiserne Gerüst bildet nahezu eine Halbkugel, von der fünf Segmente abgeschnitten sind.

Die Druckstreben der Hängewerke bestehen aus zwei versprengten \square -Eisen.

Die zwanzig Kuppelsparren, \mathbf{I} -Eisen von 125 mm Höhe, sind nach 14,8 m Radius gebogen, bis auf den oberen geradlinig geführten Theil. Sie stoßen oben an den Laternenring von 6,1 m Durchmesser und sind in üblicher Weise durch Zwischenringe und Diagonalkreuze verbunden.

Auf den Sparren liegen Pfetten, aus 6,5 cm starken Bohlen nach Schablonen geschnitten, und, — wegen der geringen Breite der Sparrenflanschen, — nicht stumpf, sondern mit Ueberblattung gestoßen.

Die Schalung besteht aus zwei gekreuzten Lagen 2 cm starker Bretter. Auf die Schalung sind für die äußeren Rippen Holzkästen aufgesetzt. Als Deckung dient gebogenes glattes (an den Rändern gefalztes) Zinkblech.

Die Eisenconstruction wurde von der Maschinenfabrik Cyclop hierselbst ausgeführt. Ihre Kosten betragen 9500 \mathcal{M} , einschließlich der Pfeilerverankerung.

Für die anschließenden fünf kleineren Dächer über den Nischen wurde des Kostenpunktes halber Holzconstruction gewählt.

Die Baukosten.

Es sind verausgabt worden für:

I. Maurerarbeit	77000 \mathcal{M}
II. Zimmerarbeit	15000 -
III. Eisenarbeit	10000 -
IV. Sandstein- und Kunststeinarbeit	55000 -
V. Klempnerarbeit	15500 -
VI. Tischler-, Schlosser-, Glaser-, Anstreicherarbeit	20000 -
VII. Sitzbänke	11500 -
VIII. Stuckarbeit	11500 -
IX. Heizungsanlage	5500 -
X. Orgel, Kanzel, Altar etc.	24000 -
XI. Beleuchtungsgegenstände	6000 -
XII. Diverses (Beleuchtung, Heizung, Reinigung, Vorgarten, Trottoir, Bauleitung)	15000 -
	in Summa 266000 \mathcal{M}

Die Baukosten betragen mithin bei 862,5 qm bebauter Grundfläche der Kirche 309 \mathcal{M} pro qm und bei rot. 16000 cbm, die Höhe vom Straßenspflaster bis Oberkante der Attica gemessen, da letztere ganz in den Bau hineingezogen ist, pro cbm 16,66 \mathcal{M} . Außerdem sind zur Beschaffung zweier Glocken, eines Glockenstuhles und für die Instandsetzung der vorhandenen Glocke im Thurme des deutschen Domes noch 10000 \mathcal{M} , und für die Vorbereitungsarbeiten sowie für Teppiche, Möbel und für die Feier der Einweihung gleichfalls 10000 \mathcal{M} verausgabt worden, so daß mit Hinzurechnung von 6000 \mathcal{M} , welche als Beitrag für zwei bildliche Darstellungen in den Ostnischen zurückgestellt sind, sich die Gesamtkosten auf 292000 \mathcal{M} belaufen, während ein neuerbautes Langhaus in entsprechender Ausführung mindestens 500000 \mathcal{M} gekostet haben würde.

Der Bau ist in Generalentreprise durch Herrn Bau- und Maurermeister M. Karchow unter Assistenz des Herrn Brockhaus ausgeführt worden.

Die Sandsteinarbeiten haben die Herren Plöger und Schilling geliefert, die Kunststeinarbeiten die Herren G. A. L. Schultz & Co., die Tischlerarbeiten die Herren Pingel, Grewe und Klempau, die Terrazzo- und Stuckmarmorarbeiten die Herren Detoma und Axerrio, die schmiedeeisernen Candelaber, Wandarme und Gitter Herr E. Puls. Die Malerarbeiten hat Herr F. Richter, die Glaserarbeiten die Herren Westphal und Ganter, die Klempnerarbeiten Herr F. Peters, die Stuckarbeiten im Innern Herr Bissing ausgeführt.

Herr Bildhauer O. Lessing hat die Modelle zu den in Sandstein ausgeführten 6 Figuren auf der Attica und zu dem Relief im Hauptportal angefertigt, desgleichen auch die zu

den fünf großen Medaillons in den Zwickeln des inneren Kuppelraumes, Christus und die vier Evangelisten darstellend, welche, 2,00 m im Durchmesser, an Ort und Stelle in Stuck ausgeführt worden sind. Die Glocken hat Herr Collier in Zehlendorf geliefert und alle drei nach seinem bekannten System aufgehängt.

Die Orgel ist ein Werk des Orgelbaumeisters Sauer in Frankfurt a/O., und zwar das 400ste. Sie besitzt 37 klingende Stimmen, die auf 3 Manuale und 1 Pedal vertheilt sind. Den Prospect zieren 55 Principalstimmen von 2,50 bis 5,00 m Höhe. Außerdem hat die Orgel 10 mechanische Vorrichtungen, die in dem vor der Orgel freistehenden Cla-

viaturschrank angebracht sind. Alle diese Vorrichtungen, welche zum Theil eigene, dem Erbauer patentirte Erfindungen sind, können sämtlich ohne Unterbrechung des Spiels und zwar mittelst Pedale in Function gesetzt werden. Dem ersten Manuale ist eine pneumatische Maschine beigegeben, welche zugleich die Ankoppelungen vermittelt. Zwei Magazine von 4,00 m Länge und 2,00 m Breite liefern dem Werke den Wind. Die Kosten der ganzen Orgel incl. des Prospectes und der Vergoldungen belaufen sich auf 20800 *M*.

Berlin im Januar 1883.

v. d. Hude u. Hennicke.

Die Thurmpyramide der St. Petri-Kirche in Hamburg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 37 bis 39 im Atlas und auf Blatt B im Text.)

Der Wiederaufbau der beim großen Brande im Jahre 1842 eingäscherten St. Petri-Kirche zu Hamburg geschah aus Mitteln der Gemeinde nach dem Plane und unter Leitung des 1863 verstorbenen Bauinspectors Maack, und hat derselbe auch den Bau des Thurmes im Mauerwerk bis zur beabsichtigten Höhe von 194 Fuß 5 Zoll Hamb. Maafs vollendet. Eine Pyramide in Eisenconstruction, die treu nach dem Muster der früheren Holzpyramide und in derselben Höhe bis 445 Fuß Hamb. auf diesen Mauercubus aufgesetzt werden sollte, war bereits projectirt, als die Bauausführung sich bis zum Jahre 1873 verzögerte. Bei Wiederaufnahme derselben wurde zunächst das Project zur Pyramide einer Revision unterzogen und mit dieser der Unterzeichnete betraut. Es stellte sich dabei heraus, daß der Bau der Eisenpyramide billiger und solider hergestellt werden konnte, wenn man das Princip einer Construction, welche dem bei der Holzconstruction üblichen Kaiserstiel entsprechend aus einer mittleren Blechröhre und gegen diese abgesteifter Mantelfläche bestand, verliefse, und dagegen die tragenden Theile nur in die Mantelfläche der Pyramide gelegt würden. In Folge dessen wurde ein neues Project, welches auf den Blättern B im Text und 37 bis 39 im Atlas dargestellt ist, nach den Angaben des Unterzeichneten durch den Maschinenmeister Reimann bearbeitet und dieses im Jahre 1875 durch die Actiengesellschaft für Brückenbau Harkort in Duisburg in Generalentreprise zur Ausführung gebracht. Die Darstellung der Construction ist Gegenstand dieser Mittheilung.

Blatt B zeigt das Constructionssystem in einfachen Linien. Die Pyramide hat einen oberen Theil von 58 m Höhe, dessen Querschnitt ein reguläres Achteck ist, und dessen Basis 11,5 m Durchmesser im einbeschriebenen Kreise hat, ferner einen unteren Theil von 13 m Höhe, in welchem das Achteck in ein Quadrat übergeht von 11,5 m Seite. Der letztere liegt zwischen vier auf die Umfassungsmauern des quadratischen Thurmes aufgesetzten Giebelmauern, mit denen er sonst nicht weiter directe Verbindung hat. Er besteht aus 4 Gratsparren und 8 Giebelsparren, die unten in die Ecken eines quadratischen Ringes einsetzen und oben durch einen achteckigen Ring verbunden sind. Die Unverschieblichkeit der Construction dieses Untertheils wird im unteren Ringe durch das Mauerwerk genügend hergestellt, dagegen ist der obere Ring durch 4 Querbalken, die nach den Dia-

gonalen des Achtecks angeordnet und in der Mitte continuirlich verbunden sind, ausgesteift. Die Aussteifung der 12 Sparren geschieht theils durch die Holzpfetten, welche die aus kupfernem Wellblech bestehende Eindeckung aufnehmen, im Wesentlichen aber durch 2 eingelegte Ringe, welche den Untertheil in 3 Etagen von 5 und 4 m Höhe theilen. Innerhalb dieser Ringe sind die 3 je einem Auflager angehörigen Sparren, welche umgekehrte dreiseitige Pyramiden bilden, noch durch feste Querconstructions, welche die Unwandelbarkeit der Querschnitte dieser 4 dreiseitigen Pyramiden sichern, mit einander verbunden. In der Höhe jedes dieser Zwischenringe sind die Giebelmauern durch 2 sich kreuzende Paare von eisernen Etagenbalken mit einander verankert, und sind die genannten Ringe an den Stellen, wo sie die Etagenbalken flankiren, mit diesen vernietet. Der obere Theil der Pyramide besteht aus 8 Gratsparren, die durch ausgesteifte Ringe in solchen Entfernungen mit einander verbunden sind, daß die entstehenden Vierecke nicht zu hoch werden, um sie durch wirksame Diagonalen in der Mantelfläche festlegen zu können. Mit jedem Ringe ist eine Zwischendecke verbunden, die zur Aussteifung dient. Diese Zwischendecken sind in der Zeichnung als Böden bezeichnet, und von unten nach oben numerirt.

Der Boden 4 bildet die Basis der achteckigen Pyramide. Die diagonale Anordnung der Etagenbalken war wegen des Uebergangs der Giebelsparren in 4 Gratsparren in Form einer 5 flächigen Ecke erforderlich und der Treppenanlage nicht hinderlich. Die Querböden 5 bis 9 ruhen auf 2 Paaren sich rechtwinklig kreuzender Etagenbalken, die mit den Ringecken verbunden und durch 4 Diagonalkreuze ausgesteift sind. Das mittlere Quadrat dient zur Durchführung der Treppenanlage. Von hier ab mußte das Constructionssystem der Zwischendecken behufs Durchführung einer gleichzeitig gestalteten Wendeltreppe verlassen werden, und bestehen die Böden 10 bis 16 aus einem inneren achteckigen, etwas höheren Ringe von Trägerquerschnitt, der durch 8 radiale Stichbalken mit dem äußeren Ringe und den Sparren in Verbindung tritt. Ueber Boden 16 hört die Treppenanlage und der Aufbau in Etagen auf.

Die Ausführung konnte bis dahin ohne weitere äußere Rüstung mit Hilfe von 8 hölzernen Stangen, die in den

acht Ecken emporgehoben wurden und an 2 übereinander liegenden Querböden befestigt werden konnten, bewirkt werden. Um die Schwierigkeit des weiteren Aufbaues und der Vernietung der Knotenpunkte zu vermeiden, wurde die Spitze der Pyramide für sich construirt und mit einem prismatischen unteren Theil verbunden, der in den für die Wendeltreppe offen gelassenen Raum hineinpaßte. Dieser Theil nebst der Helmstange konnte dann im Innern der bereits eingedeckten Pyramide zusammengenietet und mit Hilfe einer provisorisch angevieteten Galerie durch Hebeladen herausgehoben werden, wie auf Blatt 37 und 39 dargestellt ist. Das Aufsetzen des Helmes, welches bei dieser Anordnung bequem hätte geschehen können, wurde jedoch auf Antrag des betreffenden Klempnermeisters unterlassen und nachträglich von demselben in feierlicher Weise mit Hilfe eines hohen Mastes, der äußerlich an der Pyramide zum Nachtheil der Fenster und Eindeckung angebracht wurde, nach Handwerksbrauch zur Ausführung gebracht.

Der prismatische Theil der Spitze ragte nach dem Heben um eine Etagenhöhe über die Hebegalerie hinaus, und wurden nun die Sparrentheile von Boden 17 und 18, die noch fehlten, eingienietet. Die Böden 18 und 19 sind nur Diagonalverbindungen und gehören der Spitze an.

Auf Blatt 37 ist der Durchschnitt der ganzen Pyramide dargestellt, aus welchem die Vertheilung der Holzpfeiler, die Form der Etagenbalken, die Treppenanlage und die Construction des Helmes zu ersehen ist. Eine Ansicht des oberen Theiles des Thurmes zeigt die Giebelmauern und die Vertheilung der Dachfenster, deren Oeffnung jedoch bei der Ausführung rund gestaltet worden.

Blatt 38 zeigt den unteren Theil der Pyramide in seinen Details. In dem Horizontalschnitte über Boden 4 sind die Balkenlagen der Böden 2, 3 und 4, von denen die ersteren beiden auf den Giebelmauern ruhen, ersichtlich. Die mit „Boden 2 und 3“ bezeichneten Details zeigen die Construction der Hauptträger dieser Böden, die Verbindung derselben unter sich und mit den flankirenden Ringen, sowie die Gestaltung der letzteren zwischen den Giebel- und Gratsparren eines Auflagers. Die Zusammenführung der beiden Giebel-sparren mit dem Gratsparren am Auflager, sowie der Zusammenhang mit der Verankerung am Fusse der Pyramide war in seiner Gestaltung bedingt: sowohl durch die Lage der 16 Stück 6 m langen Anker (4 Anker für jedes Auflager), die dem neuen Project nicht angehören und bereits im Mauerwerk vorhanden waren, als auch durch die Querschnitte der Giebel-sparren, die eine Zusammenführung an den Giebel-spitzen, eine Fortführung in den Gratsparren der achtseitigen Pyramide und Verbindung mit dem Ringe des Bodens 4 und dessen Balken ohne Tordirung gestatten mußten. Letztere Vereinigung ist nicht dargestellt, sie besteht in erster Reihe aus einer in Form der 5flächigen Ecke ausgeschmiedeten Platte, an welche sämmtliche Winkelschenkel angevietet werden, und in einem Zusammenbiegen und Zusammennieten der Stehrippen der Sparren.

Die gußeiserne Auflagerplatte hat, abweichend von der Darstellung, eine ebene Unterfläche erhalten, mit vortretenden Theilen nach oben, der besseren Lagerung wegen. Der wesentliche Theil der Zusammenführung ist auch hier eine in den erforderlichen Biegungen ausgeschmiedete Platte, an welche die Sparren mit den Schenkeln ihrer Winkeleisen

und der breiteren Deckplatte angeschlossen sind. Die Rippen und radialen Schenkel sind mit besonderen starken, passend geschmiedeten Unterlagsplatten für die Schraubenmutter der äußeren Ankerbolzen vernietet. Zur Benutzung der beiden nach Innen gelegenen Ankerbolzen ist deren gemeinschaftliche Mutterplatte durch eine Traverse ausgesteift, an welche eine radial stehende Platte angevietet werden konnte.

Auf Blatt 39 sind die Details des oberen Theils der Pyramide, namentlich die Construction der verschiedenen Zwischendecken, einerseits mit rechtwinklig sich kreuzenden Trägerpaaren, wobei das eine Paar Hauptträger, das andere Paar secundäre Träger sind, die in den verschiedenen Etagen ihre Richtung wechseln, andererseits mit radialen Stichbalken, die gegen die trägerförmigen Mittelringe mittelst Knotenplatten so befestigt sind, daß deren obere Gurtungen gedrückt, die unteren gezogene Ringe werden. Die Dimensionen gehen aus den Zeichnungen genügend hervor. Die Diagonalen der Mantelfläche nehmen in ihrer Stärke und Breite von unten nach oben gleichmäßig ab. Bei Boden 4 sind sie 10 à 1,3, bei Boden 7 bereits 8 à 1, und ganz oben 5 à 0,8 cm im Querschnitt.

Die Hauptconstructionstheile sind die Sparren, deren Element ein Winkeleisen von 8 cm Schenkellänge, dessen Winkel dem halben äußeren Kantenwinkel der achtseitigen Pyramide entsprechend ausgewalzt ist. Die Stärke desselben nimmt von oben nach unten von 0,8 auf 1,3 cm zu, wie aus den Details zu entnehmen ist. Der Nietdurchmesser ist gleich der doppelten Stärke. Vom Boden 17 aufwärts bestehen die Sparren nur aus einem Winkeleisen, von da abwärts bis Boden 15 aus zweien. Bei Boden 15 tritt eine Rippe von 16 cm bei 1 cm Stärke hinzu, die bei Boden 10 eine Breite von 18 und weiter unten eine Stärke von 1,5 annimmt. Bei Boden 7 wird ihre Breite 20 und in dem unteren Theile der Pyramide 25 cm. Von Boden 8 abwärts treten noch innere Deckplatten von der Breite der Winkeleisen hinzu, die zur Vermeidung des Biegens aus 2 Theilen gebildet sind. Dieselben erhalten in den Gratsparren des unteren Theils der Pyramide Breiten von 17 cm bei 1,3 cm Stärke, wie aus Blatt 38 zu entnehmen ist. Die Stöße der Winkeleisen in den Sparren liegen an den Knotenplatten, die nach dem Achteckskantenwinkel gebogen sind, die der Rippen wenig höher. Bei der Disposition der Stofsverbindungen ist darauf Bedacht genommen, daß an den oberen Enden der montirten Sparren stets die vollständige Zwischendecke eingienietet werden kann, bevor eine weitere Hebung der 8 Rüststangen behufs weiteren Aufbaues des nächsten Geschosses erforderlich wird.

Bei der Ausführung wurde das Aufziehen der Eisen-theile im Innern des Thurmes mittelst einer vorhandenen Dampfwinde bewirkt. Die Montirung ging rasch und ohne Unfälle von Statten, obgleich die Anlage der Treppen und die Eindeckung der Dachflächen wegen der im Rückstande befindlichen Aufmauerung der Giebel damit nicht gleichen Schritt hielt. Erst von Boden 4 ab konnten die Dachflächen nach Montirung jeder Etage sogleich eingedeckt werden, wodurch den Arbeitern ein größerer Schutz gewährt wurde. Für die Vollendung der gesammten Arbeiten waren 19 Monate disponirt. Der Contractsabschluss erfolgte am 17. Februar 1876, und der Aufbau wurde im Sommer 1877 vollendet. Das Aufsetzen der Kugel, der Wetterfahne und des Kreuzes

geschah jedoch erst am 6. Mai 1878, wonach die Enthüllung nebst Thurmweihe am folgenden Tage stattfand.

Die Kosten des vollendeten Bauwerks haben betragen:

1. für 91033 kg Eisenwerk der eigentlichen Construction und 7709 dgl. für die Treppen-etc. Anlagen		
98742 kg pro 1000 kg 792 M. =	78212 M.	
2. für das Eindecken der Dachfläche mit gewelltem Kupferblech (8 kg pro qm) 1268 qm à 28,7 M. =	36392 „	
3. für dgl. von 508 m Gräte à 9,25 M. =	4699 „	
4. für dgl. 152 m Traufabdeckungen à 7,80	1186 „	
5. für 40 Dachfenster à 163 M.	6520 „	
		Uebertrag 127009 M.

		Uebertrag 127009 M.
6. für Pfetten, Balkenlagen, Treppenstufen, Fußböden 65 cbm Holzwerk à 192 M. =	12480 „	
		für die Pyramide zusammen 139489 M.
Dazu für die Herstellung der 4 Giebelmauern		
7. 379,6 cbm Mauerwerk in Ziegelmauerwerk à 135 M. =	51246 M.	
8. 96 cbm desgl. in Sandstein à 296 M. =	28416 „	
		79662 „
9. für Diverses		4849 „
		in Summa 224000 M.
		J. W. Schwedler.

Der Tyne in Nordengland, seine Regulirung, Verkehrseinrichtungen und technischen Anlagen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 40 und 41 im Atlas.)

I. Die Regulirung des Tyne.

I. Geographische und geologische Vorbemerkungen.

Der Tynefluß in Nordengland entsteht durch den westlich von Hexham stattfindenden Zusammenfluß zweier Theilarme, des Nord- und des Süd-Tyne. Der Nord-Tyne entspringt in der Grafschaft Northumberland nahe der schottischen Grenze und nimmt in seinem Laufe den Reed sowie mehrere andere kleine Nebenflüsse auf. Die Quellen des Süd-Tyne befinden sich in Cumberland an derselben Gebirgskette, an welcher der Tees entspringt. Der vereinigte Fluß erreicht das Ebbe- und Fluthgebiet bei Hedwin Streams unweit Ryton, wonach er noch den Derwent und den Team aufnimmt, um nächst dem an Newcastle, der Hauptstadt von Northumberland, vorbeifließend, sich bei Tynemouth-Castle in die Nordsee zu ergießen.

Die Länge des Laufes bzw. der Theilläufe des Tyne beträgt:

für den Nord-Tyne	69,2 km
„ „ Süd-Tyne	62,8 „
„ „ vereinigten Tyne bis zum Eintritt in das Ebbe- und Fluthgebiet bei Hedwin Streams	28,1 „
von hier bis zur Mündung	30,6 „
	190,7 km

Das Quellgebiet des Hauptflusses sammt seiner Nebenflüsse umfaßt rd. 2960 qkm.

Der Tyne fließt, von einigen unbedeutenden Erweiterungen in der unteren Strecke abgesehen, in einem scharf eingeschnittenen Bette; seine Ufer sind steil und, sofern nicht auf seinem schiffbaren Laufe technische Anlagen die Physiognomie in den letzten Jahrzehnten geändert, meist bewaldet und zum Theil von hoher romantischer Schönheit.

In seinem Theillaufe oberhalb Hexham ist das Flußbett wild, das Gefälle durchweg bedeutend und viele Stromschnellen erzeugend.

Die geologische Formation des von dem Tyne durchschnittenen Landes ist die der Kohlenformation, mit Sandstein und theilweise mit Kies durchsetzt.

Die Schiffbarkeit des Flusses erstreckte sich bis vor etwa 20 Jahren für tiefer gehende Schiffe bis Newcastle, von da an wenige Meilen aufwärts noch für Leichter-Fahrzeuge. — Letztere Strecke ist nach Umbau der ehemaligen Tynebridge, durch die Einrichtung umfangreicher Baggerarbeiten, in jüngsten Jahren auch für den Verkehr von Seeschiffen eingerichtet worden.†

II. Die Tyneregulirung unter der Verwaltung der Corporation von Newcastle bis zum Jahre 1850.

1) Der Tyne bis zum Jahre 1816.

Eine der ältesten mit Tiefenzahlen versehenen Stromkarten des Tyne ist die vom königl. Hydrographen, Capitän Collins aus dem Jahre 1723. In selbiger ist die Tiefe über der Barre an der Mündung des Tyne mit 2,1 m bei Niedrigwasser, und 6,3 m bei Hochwasser eingeschrieben. Die Tiefen weiter aufwärts zeigen einen großen Wechsel. — Die geringste, mit 1,8 m bei Niedrigwasser, findet sich auf der Strecke Redhouse bis Petershoare, ungefähr 2,4 km unterhalb der alten Brücke von Newcastle; die größte mit 10,8 m in der Concave von Bill Key 4 km weiter abwärts.

Eine spätere Karte aus dem Jahre 1782 von John Fryer giebt auf der Barre an der Mündung dieselbe Tiefe an, indessen das Flußbett weiter stromauf bis Newcastle nicht unerhebliche Verflachungen aufweist.

Diese sowie noch mehrere andere aus jener Zeit stammende Karten zeigen sämmtlich auf der Außenbarre eine größere Tiefe, als im Jahre 1813 zu Rennie's Zeiten vorgefunden wurde.

Der Tyne befand sich zu jener Zeit noch unter der Verwaltung der Newcastle Stadtgemeinde, — der corporation of Newcastle, — deren Aufsichtsrecht durch charters, welche bis in die Zeit der Regierung König John's I., um das Jahr 1213, hinaufreichten, actenmäßig festgestellt war.

Dauernd zunehmende Klagen über die mangelnde Schiffbarkeit des Flusses, der sich unter dieser Verwaltung im Allgemeinen nicht in besten Händen befand, führten später, wenn auch nur vorübergehend zu einer theilweisen Ein-

schränkung dieser Rechte. — Es war dies namentlich der Fall zur Zeit des Protectorats des Kanzlers Oliver Cromwell, um das Jahr 1653.

Die der Stromaufsichtsbehörde auferlegte Verpflichtung, mindestens für die Erhaltung der vorhandenen Wassertiefen Sorge zu tragen, fand seitens der Corporation so wenig nachdrückliche Unterstützung, daß es beispielsweise unbeanstandet geschehen konnte, den Ballast im Flusse selbst an nur mangelhaft befestigten Stellen des Ufers oder auch dicht vor der Mündung an solchen Punkten zu entleeren, wo bereits die nächste Fluth denselben dem Flußbette zuführen mußte.

Mehrfache auf die Beseitigung derartiger Mißstände, sowie die Verbesserung des Fahrwassers an den der Schifffahrt gefährlichsten Stellen, dem Insand und Middle Ground im Hafen von Shields, hinielende Vorschläge blieben seitens der Corporation unbeachtet, welche es kurzsichtiger Weise vorzog, die ihr aus der Schifffahrt erwachsenden Einnahmen für engere locale Zwecke und die Bereicherung des Stadtseckels zu verwenden.

Erst gegen den Anfang dieses Jahrhunderts wurde ein Schritt zur Besserung gemacht, nachdem der Gerichtshof von Northumberland amtlich eingeschritten war und hierdurch Veranlassung zu der gutachtlichen Expertise des Ingenieurs Rennie im Jahre 1816 Veranlassung gegeben hatte.

2) Das Rennie'sche Gutachten.

Das Gutachten Rennie's, welches sich auf einer eigens zu diesem Zwecke veranstalteten Neuaufnahme des Tyne vom Jahre 1813 aufbaut, erstreckt sich, entsprechend den gerügten Uebelständen, namentlich auf zwei Punkte, die Regulirung des Flußlaufs und die Vertiefung der Außenbarre. Erstere sollte, abgesehen von der Beseitigung scharfer Curven und Vorsprünge, durchweg mittelst einer Contraction des Flußbettes erfolgen. Zu diesem Zwecke empfahl Rennie, in Uebereinstimmung mit seinem gleichen Vorschlage für die Regulirung des Clyde, buhnenförmige Einbauten, die demächst durch Parallelwerke zu verbinden wären. Nur für die unmittelbar vor Shields und Newcastle belegenen Uferstrecken sollten massive Quais vorgesehen werden.

Rennie giebt die Wassermenge des Tyne zwischen Shields narrows und Newcastle bei Ebbe zu 6 064 000 cbm und bei Fluth zu 26 630 000 cbm an. In jeder Tide würden danach 20 566 000 cbm Wasser damals zum Zu- und Abfluß gelangt sein.

Betreffs der Beseitigung der Außenbarre hielt Rennie an dem Grundsatz fest, dieselbe vorzugsweise durch den ein- und ausgehenden Tidestrom bewirken und dementsprechend die Wirkung des letzteren möglichst groß halten zu wollen. Aus diesem Grunde sollten die Stromneubauten nur bis zur Höhe der Halbtide ausgeführt, sowie auch größere Profilerweiterungen wie die an dem jetzt zum Holzbassin umgebauten Jarrow Slake nur in geringerer Wasserstandshöhe abgeschlossen werden. Durch die erwartete Vertiefung des Flußbettes, sowie den hierdurch erreichten weiteren Hinauftritt der Fluth hoffte er sodann noch den Rest der entzogenen Fluthwassermengen zu decken.

Für die Regulirung der Mündung wurde von Rennie des weiteren die Anlage einer Südmole empfohlen, deren Lage indessen, im Vergleich mit der zur Ausführung gelangten, weiter nördlich, ziemlich in der Verlängerung des rechts-

seitigen Ufers gezeichnet war. Einmal sollte dieselbe dazu dienen, den von Norden nach Süden gerichteten Fluthstrom zu fangen, sodann auch einen Theil der Herd sands fest zu legen, welche durch den Fluthstrom indirect und den Ebbestrom direct quer in die Fluthmündung hineingetrieben wurden und die Barrenbildung namentlich in den narrows förderten.

Die ungefähren Kosten, welche das Rennie'sche Project erforderte, beliefen sich auf rd. 520 000 Pfund Sterling.

Das Rennie'sche Gutachten findet sich seinem Wortlaute nach mitgetheilt in „J. Rennie, The theory, formation and construction of British and foreign harbours.“ London 1851 und 54.

Rennie's Karte zeigte eine Tiefe von 1,8 m auf der Barre und eine minimale Tiefe des Fahrwassers auf der Strecke von dort bis Newcastle von 1,2 m. Zahlreiche Sandbänke und eine durchaus unregelmäßige Ausbildung der Ufer, die den Fortschritt der Fluth wesentlich verlangsamten, zeigten, daß der Tyne seit der vorerwähnten Aufnahme von Collins wesentliche Verschlechterungen erfahren hatte.

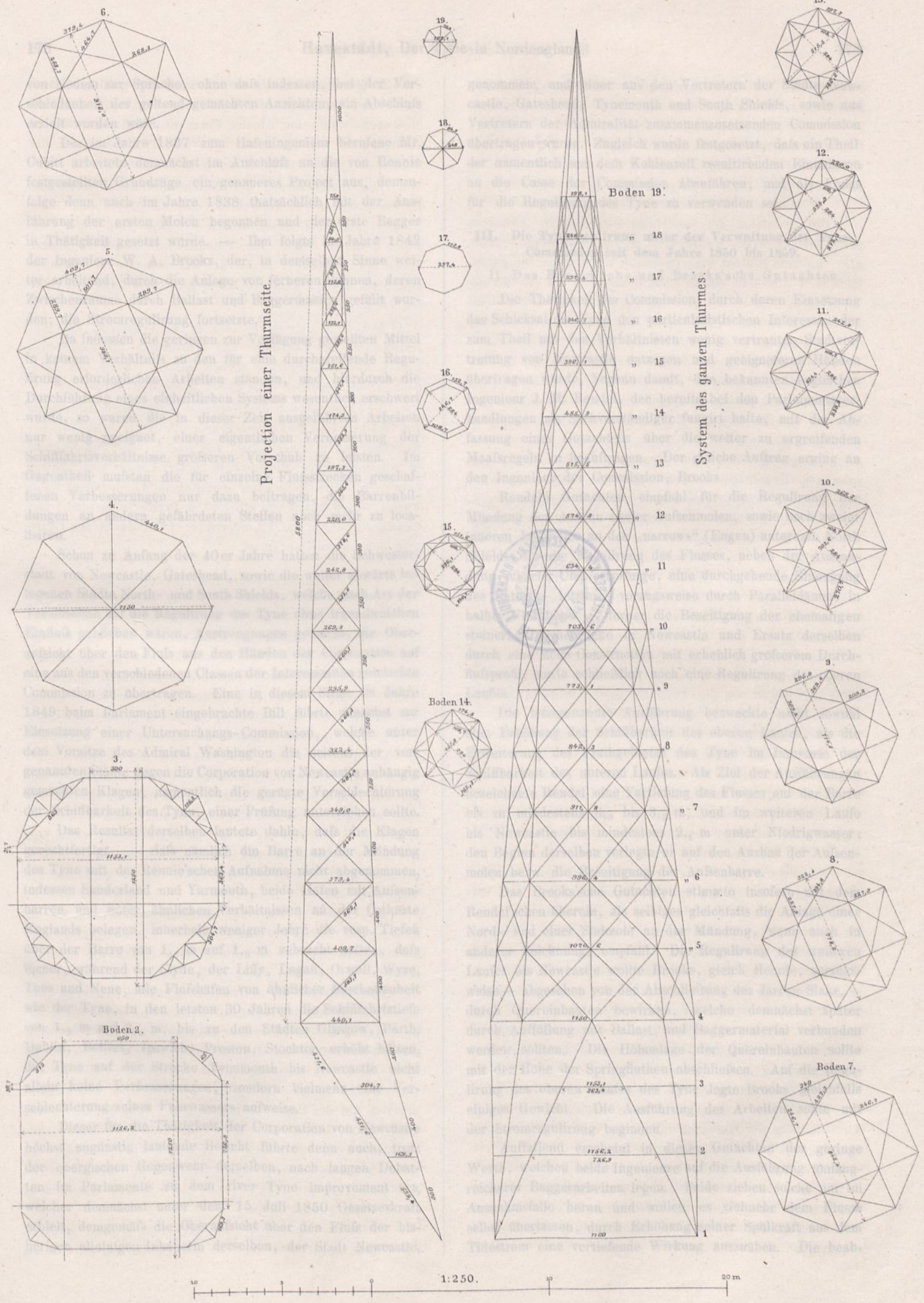
3) Folgen des Rennie'schen Gutachtens bis zur Auflösung der Corporation als Stromaufsichtsbehörde.

Die Ausführung der Rennie'schen Vorschläge hätte ziemlich durchgehends eine erhebliche Einschränkung des Flußbettes bedingt. Wiewohl nun der Einfluß derselben durch eine entsprechende Vertiefung des Flußbettes sich voraussichtlich ausgeglichen haben würde, so sträubte man sich gleichwohl gegen die Ausführung derselben, in der Furcht, die Wirkung des Tidestromes auf die Vertiefung der Barre hierdurch, — wenigstens vorläufig, — zu schmälern. Außerdem fürchtete man, — und zwar nicht mit Unrecht, — durch eine Einschränkung der Profildbreite auch die Leistungsfähigkeit des Tyne hinsichtlich des Verkehrs zu beeinträchtigen.

Die Abflachung scharfer Curven und die Beseitigung von Ufervorsprüngen, — namentlich an den von Rennie vorgeschlagenen Stellen an White hill, dicht oberhalb des Coble Dene Dock, — scheiterte größtentheils an dem Widerstande der Adjacenten, welche ihre Privatinteressen, namentlich ihre an solchen Vorsprüngen in den Fluß eingebauten Kohlenverladegerüste — Staiths — nicht opfern wollten. So kam es, daß, von geringen Ausführungen abgesehen, mangels einer größeren energischen Bereitwilligkeit der Corporation, die Rennie'schen Vorschläge nicht zur Verwirklichung gelangten.

Die nachtheiligen Folgen blieben nicht aus: der Handel Newcastle's gerieth in's Stocken, während die concurrenden Nachbarhäfen Sunderland und Seaham, von denen die Gründung des letzteren in eben jene Zeit fällt, den Kohlenexport der Grafschaft Durham mehr und mehr an sich zogen.

Erst im Jahre 1836, nachdem auf Grund der vielfachen Beschwerden ein Reformat erwirkt und hierdurch eine neue Zusammensetzung der städtischen Behörden von Newcastle veranlaßt worden war, trat insofern eine Aenderung in den bestehenden Verhältnissen ein, als die Rennie'schen Vorschläge wieder aufgenommen wurden. Insbesondere kam hierbei die Frage der Coupirung des Jarrow Slake, der großen rechtsseitigen Ausbuchtung des Tyne oberhalb Süd-Shields,



von Neuem zur Sprache, ohne daß indessen, bei der Verschiedenheit der geltend gemachten Ansichten, ein Abschluß erzielt worden wäre.

Der im Jahre 1837 zum Hafeningenieur berufene Mr. Cubitt arbeitete demnächst im Anschluß an die von Rennie festgestellten Grundzüge ein genaueres Project aus, demzufolge denn auch im Jahre 1838 thatsächlich mit der Ausführung der ersten Molen begonnen und der erste Bagger in Thätigkeit gesetzt wurde. — Ihm folgte im Jahre 1842 der Ingenieur W. A. Brooks, der, in demselben Sinne weiter arbeitend, durch die Anlage von ferneren Buhnen, deren Zwischenräume durch Ballast und Baggermassen gefüllt wurden, die Stromregulirung fortsetzte.

Da indessen die geringen zur Verfügung gestellten Mittel in keinem Verhältniß zu den für eine durchgreifende Regulirung erforderlichen Arbeiten standen, und hierdurch die Durchführung eines einheitlichen Systems wesentlich erschwert wurde, so waren die in dieser Zeit ausgeführten Arbeiten nur wenig geeignet, einer eigentlichen Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse größeren Vorschub zu leisten. Im Gegentheil mußten die für einzelne Flusstrecken geschaffenen Verbesserungen nur dazu beitragen, die Barrenbildungen an andern gefährdeten Stellen noch mehr zu localisiren.

Schon zu Anfang der 40er Jahre hatten die Schwesterstadt von Newcastle, Gateshead, sowie die weiter abwärts belegenen Städte North- und South Shields, welche nach Art der Verhältnisse auf die Regulirung des Tyne ohne irgendwelchen Einfluß geblieben waren, Anstrengungen gemacht, die Oberaufsicht über den Fluß aus den Händen der Corporation auf eine aus den verschiedenen Classen der Interessenten gemischte Commission zu übertragen. Eine in diesem Sinne im Jahre 1849 beim Parlament eingebrachte Bill führte zunächst zur Einsetzung einer Untersuchungs-Commission, welche unter dem Vorsitze des Admiral Washington die seitens der vorgenannten Städte gegen die Corporation von Newcastle anhängig gemachten Klagen, namentlich die gerügte Verschlechterung der Schifffahrt des Tyne, einer Prüfung unterziehen sollte.

Das Resultat derselben lautete dahin, daß die Klagen gerechtfertigt, — daß nämlich die Barre an der Mündung des Tyne seit der Rennie'schen Aufnahme nicht abgenommen, indessen Sunderland und Yarmouth, beide Häfen mit Außenbarren und unter ähnlichen Verhältnissen an der Ostküste Englands gelegen, innerhalb weniger Jahre die resp. Tiefen über der Barre von 1,2 m auf 1,8 m gebracht hätten, daß ferner, während der Clyde, der Liffy, Lagan, Orwell, Wyre, Tees und Nene, alle Flußhäfen von ähnlicher Beschaffenheit wie der Tyne, in den letzten 30 Jahren die Schifffahrtstiefe von 1,2 m auf 3,0 m, bis zu den Städten Glasgow, Perth, Dublin, Belfast, Ipswich, Preston, Stockton erhöht hätten, der Tyne auf der Strecke Tynemouth bis Newcastle nicht allein keine Verbesserungen, sondern vielmehr eine Verschlechterung seines Fahrwassers aufweise.

Dieser für die Thätigkeit der Corporation von Newcastle höchst ungünstig lautende Bericht führte denn auch, trotz der energischen Gegenwehr derselben, nach langen Debatten im Parlamente zu dem river Tyne improvement act, welcher demnächst unter dem 15. Juli 1850 Gesetzeskraft erhielt, demgemäß die Oberaufsicht über den Fluß der bisherigen alleinigen Inhaberin derselben, der Stadt Newcastle,

genommen, und einer aus den Vertretern der Städte Newcastle, Gateshead, Tynemouth und South Shields, sowie aus Vertretern der Admiralität zusammenzusetzenden Commission übertragen wurde. Zugleich wurde festgesetzt, daß ein Theil der namentlich aus dem Kohlenzoll resultirenden Einnahmen an die Casse der Commission abzuführen, und als Fonds für die Regulirung des Tyne zu verwenden sei.

III. Die Tyneregulirung unter der Verwaltung der Tyne-Commission seit dem Jahre 1850 bis 1859.

1) Das Rendel'sche und Brooks'sche Gutachten.

Die Thätigkeit der Commission, durch deren Einsetzung das Schicksal des Tyne den particularistischen Interessen der zum Theil mit den Verhältnissen wenig vertrauten Stadtvertretung von Newcastle entzogen und geeigneteren Händen übertragen wurde, begann damit, den bekannten englischen Ingenieur J. M. Rendel, der bereits bei den Parlamentsverhandlungen als Sachverständiger fungirt hatte, mit der Abfassung eines Gutachtens über die weiter zu ergreifenden Maasregeln zu beauftragen. Der gleiche Auftrag erging an den Ingenieur der Commission, Brooks.

Rendel's Gutachten empfahl für die Regulirung der Mündung den Ausbau zweier Außenmolen, sowie noch zweier inneren Leitmolen an den „narrows“ (Engen) unterhalb North Shields, für die Regulirung des Flusses, neben der Ausrundung scharfer Ufervorsprünge, eine durchgehende Einengung des Bettes — letzteres vorzugsweise durch Paralleldämme in halber Fluthhöhe —, ferner die Beseitigung der ehemaligen steinernen Tynebrücke in Newcastle und Ersatz derselben durch eine neue Construction mit erheblich größerem Durchflußprofil, sowie schließlich noch eine Regulirung des oberen Laufes.

Die letztgenannte Ausführung bezweckte nicht sowohl eine Erhöhung der Schifffahrt des oberen Laufes, als die Erweiterung des Fluthgebietes des Tyne im Interesse der Schifffahrt des unteren Laufes. Als Ziel der Ausführungen bezeichnete Rendel eine Vertiefung des Flusses auf der Barre bis zu mindestens 3,0 bis 3,3 m, und im weiteren Laufe bis Newcastle bis mindestens 2,1 m unter Niedrigwasser; den Beginn derselben verlegte er auf den Ausbau der Außenmolen bezw. die Beseitigung der Außenbarre.

Das Brooks'sche Gutachten stimmte insofern mit dem Rendel'schen überein, als selbiges gleichfalls die Anlage einer Nord- und einer Südmole an der Mündung, wenn auch in anderer Zeichnung, empfahl. Die Regulirung des weiteren Laufes bis Newcastle wollte Brooks, gleich Rennie, vorzugsweise — abgesehen von der Abschließung des Jarrow Slake, — durch Quereinbauten bewirken, welche demnächst später durch Auffüllung mit Ballast und Baggermaterial verbunden werden sollten. Die Höhenlage der Quereinbauten sollte mit der Höhe der Springfluthen abschließen. Auf die Regulirung des oberen Laufes des Tyne legte Brooks gleichfalls einiges Gewicht. Die Ausführung der Arbeiten sollte mit der Stromregulirung beginnen.

Auffallend erscheint in diesen Gutachten der geringe Werth, welchen beide Ingenieure auf die Ausführung umfangreicherer Baggerarbeiten legen. Beide ziehen solche nur im Ausnahmefalle heran und wollen es vielmehr dem Flusse selbst überlassen, durch Erhöhung seiner Spülkraft aus dem Tidestrom eine vertiefende Wirkung auszuüben. Die beab-

sichtigte Art, die Leistungsfähigkeit des Flusses in dieser Beziehung zu erhöhen, ist dagegen insofern bei beiden wesentlich verschieden, als Rendel Parallelwerke in Höhe des Halbtidewasserstandes, Brooks dagegen solche mit später bis zur vollen Höhe der Fluth reichender Zwischenfüllung empfahl.

2) Einleitung der ersten gröfseren Arbeiten; das Northumberland-Dock und die Aufsenmolen.

Ein Ausgleich der vorstehend mitgetheilten Ansichten der beiden Experten wurde nicht erzielt. Indessen beschlofs man, bis zum Eintritt einer weiteren Klärung der entgegenstehenden Ansichten solche Punkte vorläufig zur Ausführung zu bringen, über welche eine gleiche Ansicht in beiden Gutachten vorherrschte. Dies betraf namentlich die Regulirung der Mündung durch den Ausbau der beiden Aufsenmolen.

Ein Zufall wollte es, dafs gleichzeitig durch die in diese Zeit fallende Einleitung der Vorverhandlungen zu dem Bau des Northumberland-Dock die Regulirungsfrage des Flusses auf kürzerer Strecke — und dadurch vielleicht auch principiell — entschieden wurde.

Zufolge der durch die Vorgänger des Mr. Brooks eingeleiteten Regulirungsarbeiten waren die Eigenthumsrechte des Herzogs von Northumberland dadurch verletzt worden, dafs die an der Stelle des jetzigen Northumberland-Docks belegenen Kohlenverladegerüste durch die Verschiebung des Stromstrichs aus dem Bereiche des tiefen Fahrwassers entfernt worden waren. Behufs Verbesserung dieser Verhältnisse wurde von dem Herzog die Anlage eines tiefen mit hochwasserfreien Dämmen zu umschliessenden Dockhafens in Vorschlag gebracht, und zur Unterstützung dieses Antrags noch das Motiv geltend gemacht, dafs durch eine derartige Anlage, ohne Belastung des Flufsbaufonds, alsdann gleichzeitig die Regulirung des Tyne auf dieser, einer Correction bedürftigen Strecke vollzogen würde.

Die Baukosten seien durch Dockabgaben, nach Analogie der für den Molenbau zu erhebenden Molenabgaben (pier due), nächst dem zu verzinsen bzw. zu amortisiren.

Beide Anträge fanden die Beistimmung der Commission und erlangten demnächst, Dank der energischen Befürwortung seitens des Mitgliedes der Admiralität Mr. Walker, im Jahre 1852 als Tyne improvement act Gesetzeskraft.

Bei dem Zwiespalt der Ansichten, der sich bezüglich der Flufsregulirungsfrage in der Commission aus der Verschiedenheit des Rendel'schen und Brooks'schen Gutachtens ausgebildet hatte, war es letzterem nicht gelungen, sich die Allgemeinheit des Vertrauens zu erwerben. Man übertrug daher das Project für das Northumberland-Dock dem Ingenieur Plews und das für den Aufsenhafen dem vorgenannten Mr. Walker, letzterem unter der Verpflichtung, zuvor noch Gutachten anderer namhafter Ingenieure einzufordern und namentlich das Brooks'sche und Rendel'sche Project einer genauen Erwägung zu unterziehen.

Den Schwerpunkt für die Aufstellung eines Projects für die Anlage des Aufsenhafens hatte selbstverständlich die Linienführung der Molen zu bilden. — Walker hob in dieser Beziehung folgende Gesichtspunkte hervor:

- 1) Die Befestigung der Barre.
- 2) Die Bildung eines ruhigen Fahrwassers, bzw. schnelle Vertheilung der Wellen innerhalb der Molen. Letzteres wäre durch eine divergente Linienführung derselben zu erzielen.

Zu gleichem Zwecke sollten auch die seitlichen Sandbänke innerhalb des Aufsenhafens bestehen bleiben, da selbige ebensowohl eine Abschwächung des Stofses der Wellen veranlafsten, wie sie auch bei verkehrter Steuerung der Schiffe ein gefahrloseres Stranden gestatteten.

3) Die Linienführung der Molenenden bzw. Weite des Hafenmundes sei so zu wählen, dafs die Möglichkeit einer Einfahrt auch bei Küstenwinden — also Nord- und Südwind, bestehen bleibe. Zu diesem Zwecke hätten die Molenenden bei genügender Breite des Hafenmundes im schlanken Bogen an eine parallel zur Küste gerichtete Tangente anzuschließen.

4) Die Höhe der Molen sei so zu bemessen, dafs der Aufsenhafen als Zufluchts- und Wartehafen für ausgehende Schiffe und Remorqueure dienen könne, indem ein unter dem Winde liegendes Fahrwasser geschaffen werde.

Die Linienführung der Nordmole wurde dementsprechend von Walker vom Fusse des Tynemouth castle in südöstlicher Richtung und in einer Länge von 640 m, die der Südmole in ostnordöstlicher Richtung in einer Länge von 1280 m entworfen. Die Molenköpfe endigten in 4,5 m tiefem Fahrwasser, einen Mund von rd. 340 m Breite freilassend. Der Grundstein wurde am 12. September 1854 durch den Chairman der Commission gelegt.

3) Weitere Fixirung des Regulirungsprincips; Bill für den Ausbau des Jarrow Slake; das Gutachten der Königlichen Commission.

Wenn auch bereits durch den Ausbau des Northumberland-Docks bezüglich der Flufsregulirungsfrage ein Präcedenzfall im Sinne der Brooks'schen Ansichten geschaffen worden war, so konnte doch in der Commission keine Uebereinstimmung über das weiter zu befolgende Princip der Regulirung erzielt werden. Während der gröfsere Theil, namentlich die Vertreter der Stadt Newcastle und die Repräsentanten des Westens — vorzugsweise aus Sonderinteressen, — sich für das Brooks'sche Regulirungsprincip mittelst Buhnen und späterer hochwasserfreier Paralleldämme, event. Docks aussprachen, — hielten die in der Minorität befindlichen Vertreter der Admiralität und der Stadt Shields an den Rendel'schen Principien, einer Uferbefestigung bis zur Höhe der Halbtide, fest.

Die Frage spitzte sich besonders scharf zu, als im Jahre 1854 dem Parlamente eine Bill für den Ausbau des Jarrow-Docks seitens der North Eastern Railway vorgelegt wurde.

Die Vertreter der Admiralität glaubten sich gegen selbige aussprechen zu müssen, indem sie ausführten, dafs die hierdurch veranlafste Beschränkung der Fluthoberfläche die Barrenbildung an der Mündung befördere. Jedenfalls hätte die Eisenbahngesellschaft im zutreffenden Falle für den eintretenden Schaden zu haften, bzw. sich an den Baggerarbeiten auf der Barre zu betheiligen. Zum Beweise wurde von Capitän Calver angeführt, dafs seit der Rennie'schen Aufnahme von 1813 sich die Wassermenge, in Folge der inzwischen ausgeführten Regulirungsarbeiten, bereits um rd. 1 Million cbm pro Tide, sowie die benetzte Wasserfläche um 38 ha verringert habe.

Trotz der Einsprüche der Majorität, welche anführte, die Regulirungsarbeiten nur an den Stellen zur Ausführung

gebracht zu haben, über deren Nothwendigkeit sich alle Experten, namentlich Rennie, Rendel, Stephenson und Cubitt, einstimmig ausgesprochen hätten, wurde die weitere Ausführung der Arbeiten sistirt und vom Hause der Gemeinen zuvor die Einsetzung einer königlichen Untersuchungscommission und eine Neuaufnahme des Flusses beschlossen.

Das Resultat der ziemlich langwierigen Verhandlungen lautete dahin, daß die Veränderungen des Flußbettes, sowie die Veruntiefung der Barre, seit der Rennie'schen Aufnahme von 1813 und der Rendel'schen von 1849 nur unbedeutend und die Bedenken der Admiralität bezw. Minorität daher zurückzuweisen seien. Die Commission erklärte sich vielmehr mit der Anlage von Dockhäfen an geeigneten Stellen, sowie auch mit dem eingeschlagenen Regulirungssystem im Wesentlichen einverstanden.

4) Stocken der Bauhätigkeit; finanzielle und technische Gründe; Wechsel des Ingenieurs.

Wenn die auf diesen Commissionsbeschlufs folgenden nächsten Jahre, trotzdem durch selbigen die Regulirungsprincipien sanctionirt und eine größere Einigkeit in der Commission herbeigeführt worden waren, wenig Fortschritte in den Regulirungsarbeiten brachten, so fand dies namentlich in den finanziellen Schwierigkeiten seine Begründung.

Ein zweiter Punkt, der eigentlich technische Grund, ist daraus herzuleiten, daß die Commission den Schwerpunkt der Flußregulirung auf den Ausbau der Ufer und nicht gleichzeitig auf die directe Vertiefung der Flußrinne verlegte. Anstatt selbige durch Baggerarbeiten zu unterstützen, glaubte der Ingenieur Brooks dies dem Tidestrom allein überlassen zu müssen.

Hatte der thatsächliche Zustand des Flusses und der Barre sich auch nicht verschlechtert, so war dies doch den dauernd wachsenden Ansprüchen der Schifffahrt gegenüber der Fall. Die Beschaffenheit des Flusses stand in keinem Verhältniß zu dem enormen Verkehr des Tyne und zu der Leistungsfähigkeit der Nachbarhäfen. Im Mai 1860 strandeten 3 tiefer gehende Amerikaner auf der Barre, während zu gleicher Zeit Schiffe von nicht geringerem Tiefgang ungefährdet in Sunderland einliefen.

Schiffe von 3,6 m Tiefgang konnten nur zur Zeit der Springfluthen bis Newcastle vordringen; das Fahrwasser von Shields blieb gewöhnlich von Leichtern überfüllt.

Diese Zustände, welche den Ruf des Tyne mehr und mehr gefährdeten, mußten endlich zu energischen Maßregeln führen, und gaben selbige zunächst zu dem Wechsel in der Person des bauleitenden Ingenieurs, des Mr. Brooks, um so mehr Veranlassung, als er es nicht verstanden hatte, in seiner Zwischenstellung zwischen zwei von verschiedenen Ansichten geleiteten Parteien auch die Minorität auf seine Seite zu bringen.

IV. Die Tyne-Regulirung unter der Verwaltung der Tyne-Commission seit dem Jahre 1859.

Mit dem Eintritt des Mr. Ure, welcher im Jahre 1859 zum Hafeningenieur berufen wurde, und dem von der Clyde-Regulirung ein guter Ruf voran ging, beginnt für den Tyne eine neue Epoche. Ihm gebührt vorzugsweise der Ruhm, aus dem Tyne in dem seit jener Zeit verstrichenen verhältnißmäßig kurzen Zeitraume den bedeutenden Handelshafen gemacht zu haben, welchen er heute repräsentirt.

1) Das Ure'sche Gutachten.

Das Gutachten, mit dem Mr. Ure seine Thätigkeit inaugurierte, und das die Grundlage für die durch ihn verfolgten und von seinem Nachfolger mit größtem Erfolg fortgesetzten Arbeiten bildete, unterschied sich dadurch wesentlich von den bisherigen, daß es in erster Linie auf die unbedingte Nothwendigkeit der Einrichtung umfangreicher Baggerarbeiten hinwies. Dasselbe enthielt kurz Folgendes:

Die Regulirung des Tyne habe zwar nach den bereits festgestellten und bisher geltend gemachten Grundsätzen weiter zu erfolgen, indessen sei die Thätigkeit des Tidestromes durch mechanische Hilfsmittel intensiver zu unterstützen. Als hauptsächlichste und einer Verbesserung zunächst bedürftige Mifsstände wurden von Ure aufgeführt:

- 1) die Barre an der Mündung,
- 2) die enge und strudelreiche Schifffahrt in den Engen (narrows) von Shields, zufolge des steinigen, von dem Insand und Middle Ground durchsetzten Untergrundes,
- 3) die mangelnde Schifffahrtstiefe bei Newcastle, namentlich an den scharfen Convexen von Bill Point und Friars Goose,
- 4) die mangelnde Tiefe des Flußbettes oberhalb Newcastle,
- 5) die Brücke ebendasselbst.

Zur Befriedigung des ungemein frequenten Verkehrs auf dem Tyne, welcher im Vergleich zur Themse und namentlich zum Mersey nur eine außerordentlich geringe Breite aufweist, empfahl Ure eine so weitgehende Vertiefung des Flusses, daß er nicht allein zur Zeit der Fluth, sondern auch zu jedem Zeitpunkt der Tide noch für Schiffe mittleren Tiefganges eine genügende Fahrtiefe besitze. Dementsprechend sollte die Fahrtiefe in der Höhe des Tyne- und Northumberland-Docks auf 8,7 m, von da bis Newcastle auf 7,8 m, von da an aufwärts bis Ryton auf 6,9 m Fahrtiefe bei Springfluthen gebracht werden. Es würde dieser Tiefe ein um 4,2 m geringerer Wasserstand an der Mündung und ein um 3,6 m geringerer bei Ryton zur Zeit der niedrigsten Ebbe entsprechen.

Ure hoffte nach Durchführung der Regulirung den Fluthwasserstand zu Newcastle um 0,3 m und zu Newburn um 0,6 m über den an der Mündung zu heben, sowie den Ebbewasserstand ebendasselbst um rd. 0,5 m resp. 3,0 m gegen den bisherigen zu senken. Die voraussichtliche Geschwindigkeit des Fluthstromes würde alsdann 16 bis 20 englische Meilen (= 25,6 bis 32 km) pro Stunde betragen. Dementsprechend würde sich die des Ebbestromes gleichfalls erhöhen, sowie auch eine größere Gleichheit der Fluth- und Ebbe-Intervalle erzielt werden.

Anschließend an die gleichen für den Clyde vorliegenden Verhältnisse verwarnte Ure ebensowohl im Interesse des weiteren Auftritts der Fluth wie auch der späteren eventuellen Fortsetzung der Regulirung noch ausdrücklich vor dem von anderer Seite befürworteten Ausbau eines Wehres an der oberen Abschlußgrenze der Regulirung.

Was die Umfassung der zu regulirenden Uferstrecken angeht, so wurde von Ure die Durchführung der Brooks'schen Absichten, nämlich eine solche bis zur Höhe des Fluthwasserstandes empfohlen. Dieselbe sollte, außer am Jarrow Slake und Coble Dene, welche für Dockzwecke reservirt und

demgemäß nur mit Sandböschungen einzufassen seien, aus Steinböschungen bestehen.

Außerdem sollten noch, zur Erhöhung der Spülkraft des ausgehenden Stromes auf die Vertiefung der Barre, unterhalb der Engen Leitdämme angelegt werden.

Neben der Entfernung der vorgenannten Stromhindernisse wurde der Umbau der ehemaligen massiven Stadtbrücke, der Hängebrücke zu Scotswood und der Eisenbahnbrücke ebendasselbst als dringlich bezeichnet, der ersteren namentlich zur Beseitigung des durch selbige erzeugten Aufstanes, welcher hier um so empfindlicher wirken würde, als die Anlage von Docks in dem eng eingeschnittenen Flußbette bei Newcastle ungemein kostenreich, wenn nicht unmöglich erscheine.

Ure nahm an, daß, sobald der Ausbau der Molen bis in ein tiefes Fahrwasser von etwa 9,0 m erfolgt sein würde, von See her keine neuen Sandmassen in den Fluß mehr hineingeführt würden. Nach erfolgter Regulirung bzw. Ausbaggerung würden sich die Baggerarbeiten einer späteren Zeit nur auf die Beseitigung der verhältnißmäßig geringen von oben her herabgeführten Geschiebe zu erstrecken haben.

Die in dem vorskizzirten Ure'schen Regulirungsplan enthaltenen und als Cardinalpunkt derselben bezeichneten Baggerarbeiten umfaßten 25 Millionen tons, für deren Förderung ein Zeitraum von 12 bis 14 Jahren in Ansatz gebracht war.

2) Ausführung des Ure'schen Regulirungsplanes.

Das Ure'sche Gutachten fand allgemein Beifall. Nach einem verfehlten Versuche, für die durch die Ausführung der umfangreichen Baggerarbeiten in Aussicht stehenden Mehrausgaben eine staatliche Beihilfe zu erlangen, wurden die erforderlichen Geldmittel zunächst durch Einführung einer mäßigen Registerabgabe von den in Cargo ankommenden und ausgehenden Schiffen, sowie eine gleichzeitig geringe Erhöhung der Kohlenabgaben beschafft, dann aber umgehend die Arbeiten in Angriff genommen.

Der Klarheit und Bestimmtheit des Ure'schen Gutachtens war es zuzuschreiben, daß sich die finanziellen Schwierigkeiten durch die Einmüthigkeit der Commission und Opferfreudigkeit der einzelnen Interessenten so bald erledigten und der Arbeits- wie Finanzplan noch im Jahre 1861 Gesetzeskraft erhielten.

Die Ausführung der Arbeiten begann damit, daß, von der Mündung an stromaufwärts fortschreitend, die Baggerungen in intensivster Weise aufgenommen wurden. Neben den drei der Tyne-Commission bereits gehörigen Dampf-Eimerbaggern wurde ein vierter, nach Zeichnungen von Ure gebaut und im Jahre 1861 in Betrieb gesetzt. Das geförderte Material wuchs von 746932 tons im Jahre 1861 auf 1864544 im Jahre 1862. Hierzu traten in der zweiten Hälfte des Jahres 1863 zwei neue, gleichfalls nach Ure's Zeichnungen construirte Eimerbagger, und stieg danach die geförderte Masse auf

2473853 tons im Jahre 1863

4180035 „ „ „ 1864

4545814 „ „ „ 1865

5273583 „ „ „ 1866

Die zunächst in Angriff genommenen Stellen waren die Dortwick, Middle und Insand Sands bei Shields, und konnte nächst dem, nachdem im Jahre 1863 der Ausbau der Molen

bereits hinreichend vorgeschritten war, unter dem Schutze derselben auf der Barre gebaggert werden.

Die Wirkung der Baggerungen war eine überraschende. Die Aufsenbarre nahm zusehends ab, die Engen unterhalb Shields dehnten sich, die Wasserfläche wuchs zu einer Breite des Ebbwasserstandes, wie sie zuvor kaum zur Zeit des Fluthstromes vorhanden gewesen war. Bald waren 4 Schiffsbreiten auf der Strecke Shields bis Northumberland vorhanden, wo streckenweise zuvor ein einziges Schiff Mühe hatte, den Weg sich vorzupeilen.

Demnächst schritten die Baggerarbeiten stromauf.

Die Jarrow und Cockram Sands wurden entfernt und Räumungsarbeiten in dem felsigen Untergrunde von Bill point, einer der gefährlichsten Stromengen, durch Taucher vorgenommen.

Nach Fertigstellung der Baggerarbeiten unterhalb der Tyne-Brücke, sowie nach erfolgtem Umbau derselben konnte demnächst auch oberhalb mit dem Baggern begonnen werden, und sind diese Arbeiten, mit einer kurzen Unterbrechung während des Jahres 1876, innerhalb des letzten Jahrzehnts kräftig gefördert worden. Nachdem sie in dem Jahre 1880 bereits bis Elswick vorgeschritten waren, sollen sie demnächst weiter noch bis Hedwin Streams fortgesetzt werden.

An größeren Regulirungsarbeiten seien noch erwähnt die Beseitigung einer Schleuse bei Lemington point, sowie die Erweiterung der Fahrrinne bei Blaydon.

3) Vergleich zwischen dem Zustande des Flusses vom Jahre 1860 und 1880.

Faßt man die in der Bauperiode seit dem Jahre 1860 erzielten Verbesserungen zusammen, so ergiebt der Vergleich zwischen dem Zustande im Jahre 1880 und dem des Jahres 1860, das Folgende:

A) Veränderungen des Fluth- und Ebbestromes.

Im Jahre 1860 culminirte die Fluth zu Newcastle bridge ungefähr 60 Minuten später als an der Mündung, bei 15,3 km Entfernung dieser Punkte von einander, und in Newburn ungefähr 29 Minuten später als in Newcastle, dessen Entfernung von Newburn rd. 12 km beträgt.

Gegenwärtig erfolgt die Culmination in Newcastle um 12 Minuten später als an der Mündung und in Newburn 8 Minuten später als in Newcastle. Das in den Tyne eintretende Tidewasser hat seit 1860 eine Vermehrung um rd. 10700000 cbm erfahren. Nach Abschluß der Regulirung wird diese Zunahme noch um rd. 4000000 cbm zu steigern sein.

Die bei Springfluth benetzte Wasserfläche hat sich trotz der verschiedenen, durch die Regulirungsarbeiten, Abzweigung der Docks etc., bedingten Einschränkungen um rd. 26 ha vermehrt.

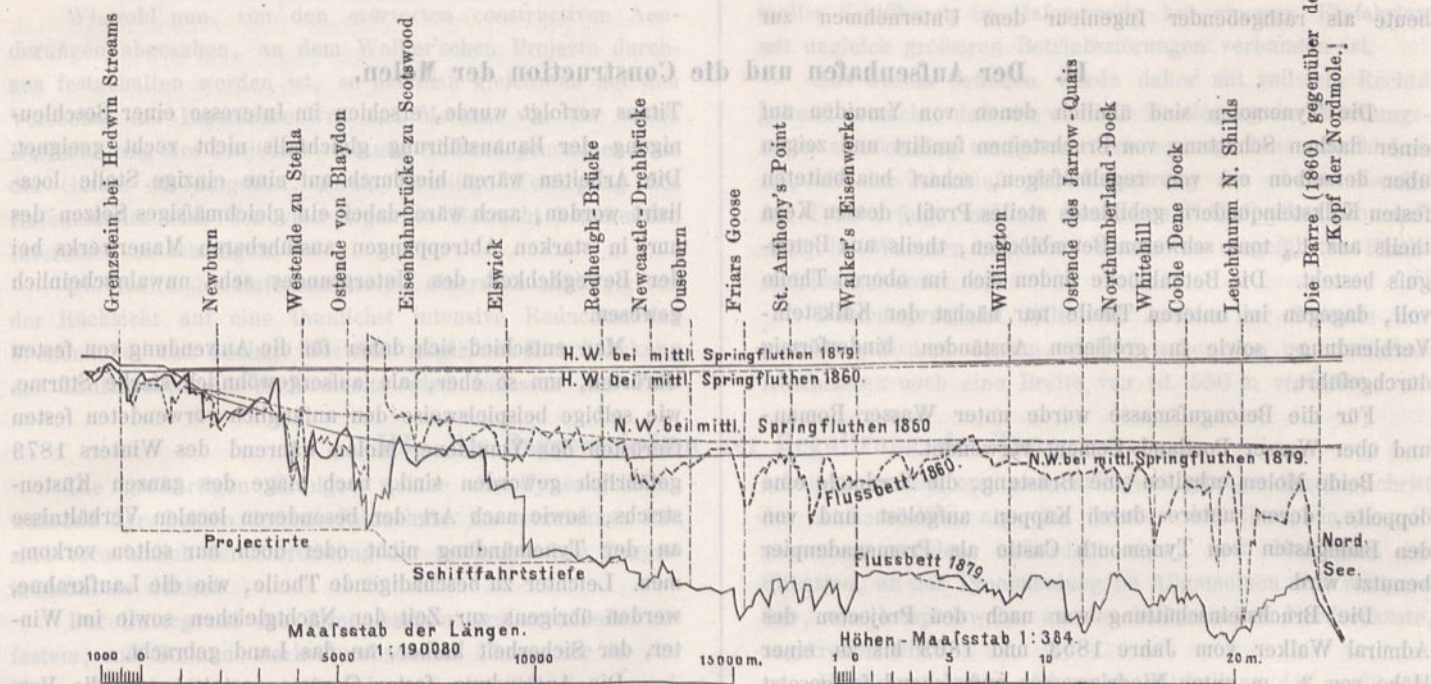
Die in dem Zeitraum von 1860 bis 1880 herbeigeführte Spiegelsenkung des Niedrigwassers beträgt an Newcastle bridge 0,9 m und am vorläufigen Abschluß der Baggerarbeiten bei Elswick 1,5 m, die entsprechende Hebung des Hochwassers ebendasselbst 0,3 m bzw. 0,25 m. Der Niveauunterschied ist auf der gesammten regulirten Strecke, sowohl für Fluth wie Ebbe nahezu gleich Null, so daß danach auch die Differenz zwischen Fluth und Ebbe auf der gesammten regulirten Strecke constant ist.

B) Die Barre an der Mündung.

Im Jahre 1860 betrug die Tiefe auf der Barre rd. 2 m bei Niedrigwasser und 6,5 m bei Hochwasser der Spring-

fluth. Gegenwärtig beträgt die Tiefe zur Zeit der ersteren 6,6 m bzw. zur Zeit der letzteren 11,1 m.

Vergleichendes Längen-Profil des Tyne aus den Jahren 1860 und 1879.



Dieses ungemein überraschende Resultat ist in erster Linie der unmittelbaren Arbeit der Bagger zu danken, sodann dem Umstande, daß die Verlängerung der Molen bis in ein 9,0 m tiefes Fahrwasser die Einführung von Sandmassen von außen her erschwert. Hierzu kommt, daß die Vergrößerung und namentlich die erhöhte Geschwindigkeit des austretenden Tidestromes die von oben herabgeführten und quantitativ verringerten Sinkstoffe in einem concentrirten Bette einer größeren Tiefe der Aufsensee zuführt, wo der verschnellte Küstenstrom selbige aufnimmt.

Wie aus dem Längennivellement ersichtlich, ist ein Rücken des Strombettes an Stelle der ehemaligen Barre noch vorhanden. Die Beseitigung derselben wird nach Mittheilung des jetzigen Hafeningenieurs Mr. Messent voraussichtlich durch einen letzten, in nächster Zeit beabsichtigten Baggergang erfolgen. Außerdem wird durch die Festlegung der Herd Sands vermittelt einer Leitmole den Sandverschiebungen, welche bisher im Aufsenhafen erfolgten, und zur Aufhöhung der Barre beitragen, hindernd entgegengetreten.

C) Tiefenänderungen im Tyne zwischen der Mündung und Shields.

Im Jahre 1860 betrug die Tiefe am Eingange zum Tyne-Dock 3,6 m bei Niedrigwasser bzw. 7,8 m bei Hochwasser und am Northumberland-Dock 3,0 m bzw. 7,2 m. Heute betragen die bezüglichen Tiefen für das Tyne-Dock 4,2 m bzw. 8,7 m und für das Northumberland-Dock 5,1 m bzw. 9,6 m.

Im Fahrwasser bei Newcastle wechselten die Schiffahrtstiefen im Jahre 1860 von rd. 1,0 m bis 2,5 m bei Niedrigwasser, und von 4,8 m bis 6,3 m bei Hochwasser, indessen die bezüglichen Tiefen gegenwärtig zwischen 6,0 und 7,5 m bzw. 10,5 m und 12,0 m variiren.

Vor dem Newcastler Quai selbst fand sich im Jahre 1860 eine maximale Tiefe von 1,95 m bei Niedrigwasser, während

auf größerer Strecke die Fundirung der Quaimauer sogar bis zu 0,9 m über Wasser hochtauchte. Die bezüglichen Wassertiefen betragen alsdann bei Hochwasser in maximo 5,7 m und in minimo 2,85 m. Heute schwankt daselbst die Schiffahrtstiefe zwischen 3,0 bis 6,0 m bei Niedrigwasser und 7,5 bis 10,5 m bei Hochwasser.

D) Die Regulirung des Tyne oberhalb Newcastle bridge.

Soweit die Baggerarbeiten bis heute vorgeschritten sind, nämlich linkerseits bis Elswick, — den Armstrong'schen Etablissements — und rechterseits bis Deinston, beträgt die Schiffahrtstiefe des Tyne gegenwärtig 3,9 m bis 6,0 m bei Niedrigwasser und 8,4 m bis 10,5 m bei Hochwasser.

Im Jahre 1860 wechselten die bezüglichen Tiefen zwischen 0,6 m und 2,1 m, bzw. 3,6 m und 5,1 m. Zu jener Zeit betrug das Spiegelgefälle des Flusses zwischen Elswick und Tynebridge 1 : 2600, während heute die Regulirung soweit vollzogen ist, daß sich das Gefälle der Horizontalen nähert.

Die Regulirung oberhalb Elswick erstreckt sich vorzugsweise auf die Herstellung von Profilerweiterungen bei Lemington, Blaydon und Stella, sowie die eines Durchstichs bei Blaydon Haugh. Das Normalprofil des Flusses ist hierselbst zu 120 m Breite angenommen.

Nach erfolgter vollständiger Regulirung des Tyne wird der Inhalt der Wasserfläche bei Springfluthen-Hochwasser wie folgt betragen:

von der Mündung zwischen den Molenenden bis zu den Engen bei Shields	157 ha
Tiefwasserrinne von den Engen bis Elswick und Dunston	430 „
Fahrrinne von Elswick und Dunston bis zum Grenzstein bei Ryton	169 „
Jarrow Slake und andere Ausbuchtungen	94 „
die Docks ausschließlich der Schleusen etc.	55 „
in Summa	905 ha

Der Arbeitsplan für die bis heute ausgeführten und noch gegenwärtig mit größter Energie in Ausführung begriffenen und von so bedeutendem Erfolge begleiteten Arbeiten ist dem Ingenieur Mr. J. F. Ure zu danken, der dieselben während der Jahre 1859—1873 persönlich leitete und noch heute als rathgebender Ingenieur dem Unternehmen zur

II. Der Aufsenhafen und die Construction der Molen.

Die Tynemolen sind ähnlich denen von Ymuiden auf einer flachen Schüttung von Bruchsteinen fundirt und zeigen über derselben ein von regelmässigen, scharf bearbeiteten festen Kalksteinquadern gebildetes steiles Profil, dessen Kern theils aus 1,5 tons schweren Betonblöcken, theils aus Betongufs besteht. Die Betonblöcke finden sich im oberen Theile voll, dagegen im unteren Theile nur nächst der Kalkstein-Verblendung, sowie in grösseren Abständen binderförmig durchgeführt.

Für die Betongufsmasse wurde unter Wasser Roman- und über Wasser Portland-Cement verwendet.

Beide Molen erhalten eine Brüstung, die Nordmole eine doppelte, deren untere durch Kappen aufgelöst und von den Badegästen von Tynemouth Castle als Promenadenpier benutzt wird.

Die Bruchsteinschüttung war nach den Projecten des Admiral Walker vom Jahre 1853 und 1863 bis zu einer Höhe von 3,6 m unter Niedrigwasser aufreichend festgesetzt worden. Ein heftiger Sturm im Jahre 1867, der große Beschädigungen an den bereits fertig gestellten Theilen der Mole veranlaßt hatte, erwies dieselbe als zu flach. Es zeigte sich, daß Blöcke von 5 bis 10 tons Schwere durch den Sturm noch in einer Tiefe von 5 m auf 30 m Entfernung fortbewegt worden waren. Man entschloß sich daher, die Fundirung bereits in größerer Tiefe zu beginnen, woselbst die Wirkung des Seeganges sich entsprechend abgeschwächt haben würde, sowie auch eine Deckung der Schüttung nächst dem Fusse des aufgehenden Profils durch eine doppelte Reihe von 36 tons schweren Betonblöcken vorzunehmen. Letztere Vorsicht erwies sich um so wichtiger, als durch Peilungen festgestellt worden war, daß der leichte Triebsand der Küste unter dem Einflusse des verschnellten Küstenstromes nächst den Molen im Laufe der letzten 10 Jahre in einer Tiefe von 3 m gewichen, bezw. die Steinschüttung ebenso tief in den Sand eingedrungen war.

Eine der schwierigsten Arbeiten blieb hierbei die durch die Anordnung der tieferen Fundirung erforderlich gewordene Wegräumung der schon in größerer Länge vorher eingebrachten Schüttung. Dieselbe mußte vorzugsweise durch Taucher bewirkt werden, bis man später einen der schweren Eimerdampfbagger zu dieser Arbeit mit heranzog.

Für die Ausführung des aufgehenden Profils der Molen hatte man im Allgemeinen drei Möglichkeiten zur Verfügung: die Anordnung eines Arbeitsbetriebes mittelst schwimmender Vorrichtungen bezw. Barken, eines Betriebes vor Kopf und schließlich eines solchen mittelst fester Rüstungen.

Das erstere Verfahren hätte die Förderung der Arbeiten insofern wesentlich beeinträchtigt, als die Arbeitszeit stark beschränkt und vollständig von dem Seegange abhängig gemacht worden wäre.

Das zweite Verfahren, wie solches während der letzten Bauperiode der Ymuidener Molen durch Anwendung eines

Seite steht. — Sein activer Nachfolger ist der um die Tyne-Regulirung gleichfalls hochverdiente Mr. P. J. Messent, dem, sowie dessen Sohne der Unterzeichnete neben vielen interessanten Mittheilungen die liebenswürdige Führung an Ort und Stelle dankt.

Titans verfolgt wurde, erschien im Interesse einer Beschleunigung der Bauausführung gleichfalls nicht recht geeignet. Die Arbeiten wären hierdurch auf eine einzige Stelle localisirt worden, auch wäre dabei ein gleichmäßiges Setzen des nur in starken Abtreppungen ausführbaren Mauerwerks bei der Beweglichkeit des Untergrundes sehr unwahrscheinlich gewesen.

Man entschied sich daher für die Anwendung von festen Gerüsten, um so eher, als außergewöhnlich starke Stürme, wie selbige beispielsweise den anfänglich verwendeten festen Gerüsten der Ymuidener Molen während des Winters 1873 gefährlich geworden sind, nach Lage des ganzen Küstenstrichs, sowie nach Art der besonderen localen Verhältnisse an der Tynemündung nicht oder doch nur selten vorkommen. Leichter zu beschädigende Theile, wie die Laufkrane, werden übrigens zur Zeit der Nachtgleichen sowie im Winter, der Sicherheit halber, an das Land gebracht.

Die Anwendung fester Gerüste gestattet, wo die Verhältnisse solche, wie hier, zulassen, ein sicheres gleichzeitiges Arbeiten auf größerer Länge der Mole, ebensowohl durch die gegebene Möglichkeit der Anordnung einer größeren Anzahl von Hebevorrichtungen, als auch durch die sichere Unterstüzung, welche sie der fast ausschließlich hier in Betracht kommenden Taucherarbeit gewährt.

Eine Skizze der für die Nordmole verwendeten Rüstungen und Laufkrane enthält Fig. 6 auf Blatt 40.

Für die im Jahre 1880 noch in Ausführung begriffene Südmole war dieses Profil auf letzter Strecke nach Fig. 5 geändert. Die daselbst punktirt eingezeichneten Pfähle befinden sich in größeren Entfernungen und dienen zur Aufnahme eines zweiten über dem ersten fortlaufenden, zum Versetzen der 36 tons schweren Betonblöcke bestimmten Laufkranes. Letzteres wird durch Helmtaucher bewirkt, nachdem zuvor mittelst der Taucherglocke die Oberfläche der Schüttung an der betreffenden Stelle geebnet worden ist.

Das Versetzen der Rüstungspfähle erfolgt mit Hilfe eines einfachen hölzernen Laufkranes von großer Auslegerweite. Die Pfähle sitzen in gußeisernen, breitbasigen Schuhen auf, die zuvor durch Taucher in die Steinschüttung verlegt und demnächst nach erfolgter Einstellung der Pfähle sicher umpackt werden.

Was den Stand der Arbeiten zur Zeit der Anwesenheit des Unterzeichneten anlangt, so war die Nordmole vorläufig zum Abschluß gebracht, während die Südmole noch soweit gefördert werden sollte, bis selbige in die durch das Ende der ersten, parallel zur Küste gelegten Tangente einschneidet.

Wie bereits an früherer Stelle mitgetheilt, sollte sich der Bau der Molen nach Walker's erstem Plan vom Jahre 1853 nur bis in ein 3,9 m tiefes Fahrwasser — bei Niedrigwasser gerechnet — erstrecken. Nachdem darauf im Jahre 1858 der Ausbau der Tynemündung zum Zufluchtsafen beschlossen war, wurden von Walker mehrere Concurrenz-

projecte für die Verlängerung der Molen bis in Fahrwassertiefen von resp. 6,9, 9,0 und 10,8 m aufgestellt, von denen dasjenige mit 9,0 m Auslauftiefe im Jahre 1861 zur Annahme gelangte. Die Weite des Hafenummundes war in diesem Projecte zu 330 m festgesetzt worden.

Wiewohl nun, von den erörterten constructiven Aenderungen abgesehen, an dem Walker'schen Projecte durchaus festgehalten worden ist, so hat man gleichwohl auf den Vorschlag der Ingenieure Ure und Messent von der vollen Durchführung des Projectes vorläufig Abstand genommen, um der Gefahr zu entgehen, durch vorzeitige Festlegung des Hafenummundes eins. der vielseitigen in Betracht kommenden Interessen zu schädigen.

Die Weite des Hafenummundes ist einerseits abhängig von der Rücksicht auf eine thunlichst intensive Reduction der Wellenhöhe, und bedingt dies eine möglichste Einschränkung der Einfahrtsweite. Andererseits wird indessen die Voll-

III. Die Baggerarbeiten zur Regulirung des Tyne.

Die großartigen Erfolge, welche die Tyneregulirung während der beiden letzten Jahrzehnte zu verzeichnen hat, sind vornehmlich der Einrichtung der umfangreichen Baggerarbeiten zu danken.

Der Untergrund des Tyne besteht größtentheils aus festem, mit Steinen stark durchsetztem Thon; nur in der Nähe der Mündung, namentlich auf den Middle ground, Insands und Dortwick Sands, im Hafen von Shields, sowie auf der Barre an der Mündung besteht der Untergrund aus weichem Sande.

Die verwendeten Bagger sind durchweg Eimerbagger. Versuche, welche vorübergehend mit Pumpenbaggern auf den letztgenannten Sandbänken gemacht worden sind, ließen auch dort die Eimerbagger vortheilhafter erscheinen. Pumpenbagger werden im Allgemeinen nur dort den Vorzug verdienen, wo es sich um die Förderung sehr dünnflüssiger, sandiger oder schlammiger Massen von leichtem specifischen Gewichte handelt und wo das gleichzeitig mitgeführte Wasser zur Fortbewegung des gehobenen consistenten Materials verwendet werden kann. Letzterer Fall lag beispielsweise bei dem Bau des Nordseecanals und den Arbeiten im Y bei Amsterdam vor, woselbst die Centrifugalbagger in größerem Umfange verwendet worden sind, und das geförderte Material mitsammt dem Wasser in Gerinnen über die vorgeschütteten Dämme zur Anfüllung der letzteren bezw. zur Auffüllung des Binnenpolder verwendet werden konnte.

Zu gleichem Zweck sind übrigens in jüngster Zeit von dem Ingenieur Duckham zu London Eimerbagger construirt worden, die in sich selbst, bezw. in luftdicht schließende Kammern hineinbaggern, welche vermittelst einer Druckpumpe entleert werden. Ein derartiger Bagger befand sich in den Millwalldocks bei London im Betrieb; das geförderte und nur wenig mit Wasser geschwängerte, specifisch ziemlich schwere Material wurde daselbst über die Quais fortgedrückt und zur Aufhöhung des benachbarten niedrigen Terrains verwendet.

Der Vorzug der Pumpenbagger, bis zu gewissem Grade noch bei mäßigem Seegange thätig bleiben zu können, welcher eventuell für die Verwendung von solchen auf der ehemaligen Aufsenbarre von Tynemouth gesprochen hätte, kam aus dem Grunde nicht in Betracht, weil die Hauptbagger-

kommenheit des Eintritts der Fluth eine Function der Breite sein. Hierzu kommt noch, daß die aus der Vergrößerung der Geschwindigkeit des austretenden Stromes leicht folgende Erzeugung eines hohlen Fahrwassers der Schifffahrt ein großes Hinderniß bereiten kann, sowie daß auch ein eventueller Schiffbruch im Hafenummunde bei engeren Einfahrten mit ungleich größeren Betriebsstörungen verbunden ist.

Aus diesen Gründen wurde daher mit vollstem Rechte geltend gemacht, daß die endliche Festlegung der Mündungsbreite zweckmäßig wenigstens noch so lange hinauszuschieben sei, bis der Abschluß der Regulirung des oberen Laufes des Tyne erfolgt und ein genaueres Urtheil über die noch stetig im Wachsen begriffene Menge des eingeführten Fluthstromes gewonnen sei.

Dementsprechend sollte der Ausbau der Südmole nur so weit gefördert werden, daß zwischen den provisorischen Abschlüssen noch eine Breite von rd. 550 m verbleibt.

arbeiten daselbst erst nach erfolgtem genügendem Fortschritt der Aufsenmolen, also im Schutze derselben, in Angriff genommen wurden, außerdem aber, nach Maafgabe der Situation, an der Tynemündung im Allgemeinen eine ruhigere See, wie beispielsweise an der holländischen Nordseeküste, angetroffen wird.

Uebrigens haben sich nach Mittheilung des ausführenden Ingenieurs Mr. Messent die auf der Barre thätig gewesenen Doppel-Eimerbagger No. 5 und 6 insofern auch nach dieser Seite hin bewährt, als dieselben bei einem Seegange bis zu 0,6 m Wellenhöhe noch ziemlich erfolgreich gearbeitet haben. Abgesehen von der Größe der Bagger wird die verhältnißmäßig ruhige Lage derselben noch dem Umstande zugeschrieben, daß die beiden Baggerleitern wie Schwerter wirken, und somit im Vergleich zu Ein-Leiterbaggern die Querschwankungen besser aufgehoben werden.

Die Baggerarbeiten auf der Barre werden nicht dauernd unterhalten, vielmehr sind selbige nach Herstellung einer genügend (rd. 6,6 m bei Niedrigwasser und 11,1 m bei Hochwasser) tiefen Fahrrinne vorläufig als beendet anzusehen. Bisher wurde für die Barre pro 2 bis 3 Jahre ein Baggergang von rd. 6 Wochen gerechnet. Die geringen Verflachungen, welche daselbst vorläufig noch eintreten, sind größtentheils den innerhalb des Aufsenhafens selbst eintretenden Verschiebungen zuzuschreiben.

Der Tyne selbst bringt keine Sandmassen abwärts, und wird auch erwartet, daß nach erfolgter Fertigstellung der Südmole bis zur relativen Länge der Nordmole die schon jetzt verschwindend kleinen Sandbewegungen von aufsen her vollständig aufhören werden.

Mr. Messent hofft, danach vielleicht nur noch ein Mal im Laufe eines der nächsten Jahre einen Baggergang über die Barre vornehmen lassen zu müssen.

Die größten unter den später im Nachfolgenden zusammengestellten Tynebaggern sind die Bagger Nr. 5 und 6; dieselben wurden nach Ure's Entwurf von Wilson und Wingate, früher in Glasgow, dann in London, gebaut. Sie sind als Doppel-Eimerbagger und aus Eisen construirt, rd. 48 m lang, 12,4 m breit, 3,30 m tief. Die Länge der Leitern, zwischen den Umkehrwalzen gemessen, beträgt 25,9 m, der Inhalt der Eimer rd. 0,6 cbm; die Anzahl der per Minute

bewegten Eimer in med. 10. Die Arbeitstiefe reicht bis zu 10,6 m in max., bei einem Tiefgange des Fahrzeugs von 2,0 m.

Die Anzahl der Pferdekäfte der Eincylindermaschine beträgt nominell 55; die Transmission wird für die Baggerwelle vermittelt Frictionsscheiben bewirkt. Der Verbrauch der Maschine an Kohlen beläuft sich pro Arbeitstag von 13 Stunden auf rd. 5 tons.

Die Leistungsfähigkeit des Baggers beträgt bei leichtem Boden und vollen Eimern, nach Angabe des Fabrikanten, in max. bis zu 900 tons per Stunde. In dem schweren Boden des Tyne in der Gegend von Wallsend schaffte der Bagger No. 5 in 13 Arbeitsstunden in med. 3500 tons. Die Bemannung eines Baggers zählt einschliesslich des Baggermeisters und der Maschinisten 16 Leute.

Die Festlegung des Baggers erfolgt mittelst 6 Ketten, deren 2 in der Langssaxe und 4 in der Queraxe des Fahrzeuges sich befinden. Die Verankerung geschieht meist mittelst Schraubepfahlen, welche bis zu einer Tiefe von 3,6 m in den Grund eing Bohrnt werden.

Die Kosten eines derartigen Baggers belaufen sich auf rd. 27000 £ (540000 M.).

Der Umfang des der Tyneverwaltung zugehörigen Baggerapparates, für welchen ein eigenes grosses Reparaturwerft sich an Howdon oberhalb des Northumberland-Docks befindet, ist aus der nachstehenden Zusammenstellung zu ersehen:

IV. Die Verkehrseinrichtungen und technischen Anlagen des Tyne.

Berücksichtigt man den Umfang des auf dem Tyne stattfindenden Verkehrs, so wird Jedem, der die Fahrt zu Wasser von Newcastle bis Tynemouth durch die dichten Schiffsreihen gemacht, im Vergleich zu den glänzenden Dockanlagen anderer englischer Hafenplatze die Anspruchslosigkeit der dortigen Verkehrseinrichtungen auffallen.

Abgesehen davon, dafs der Tyne im Sinne unserer heutigen Handelshafen im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte entstanden ist, sind die Gründe hierfür theils aus der Art des Verkehrs, theils aus den Terrainverhältnissen herzuleiten.

Der Handelsverkehr des Tyne umfafst vorzugsweise einen Export in Kohlen. Die am Tyne verwendeten und durch die Gunst seiner steilen Ufer möglichen Sturzvorrichtungen gestatten ebensowohl eine ungemein rasche Verladung, wie sie auch die Anlage von Docks mit constanter Wasserhaltung um so eher entbehrlich machen, als die geschützte, von hohen Bergrandern umschlossene Lage, sowie die beschränkte Breitenausdehnung des Tyne eine vom Wellenschlage unbeelegte Liegefläche bieten. Hierzu kommt, dafs ein für die Anlage größerer Docks geeignetes breiteres Vorland in dem steil eingeschnittenen Bette des Tyne im Allgemeinen nicht vorhanden ist. Vereinzelt größere und durch die Stromregulierung beseitigte Ausbuchtungen fanden sich nur in der Nähe der Mündung.

Gleich dem Clyde ist der Tyne als ein langgestreckter Tidehafen aufzufassen, dessen Verkehr sich auf die volle Länge seiner Wasserfläche und seiner Umgebungen vertheilt. Das ganze Ufer — rechts- und linksseitig, von oberhalb Newcastle bis Shields — ist mit Kohlenverladegerasten besetzt, und wo ein Streifen Vorlandes die Anlage der letzteren erschwert, treten an deren Stelle technische Etablissements,

I. Bagger.

Bagger No. 1. Holzener Ein-Leiterbagger von 20 nom. Pferdekraft; maximale Baggertiefe 5,1 m.

Bagger No. 2. Eiserner Doppel-Leiterbagger von 25 nom. Pferdekraft; maximale Baggertiefe 7,8 m.

Bagger No. 3. Hölzerner Doppel-Leiterbagger von 25 nom. Pferdekraft; maximale Baggertiefe 8,4 m.

Bagger No. 4. Eiserner Doppel-Leiterbagger von 50 nom. Pferdekraft; maximale Baggertiefe 9,0 m.

Bagger No. 5 und 6. Eiserner Doppel-Leiterbagger von 55 nom. Pferdekraft; maximale Baggertiefe 10,6 m.

II. Dampfschlepper.

6 Stück von 25 bis 45 nom. Pferdekraft.

III. Transportfahrzeuge für das Baggermaterial.

4 holzene Seitenhopper.

36 holzene Bodenhopper.

10 eiserne Schraubendampf-(Boden-)hopper von je 22 nom. Pferdekraft.

Außerdem noch 13 größere, theils holzene Transportfahrzeuge verschiedener Construction.

Die seit dem Jahre 1838 bis zum Schlufs des Jahres 1879 — fast ausschliesslich mittelst der vorgenannten 6 Bagger — geförderten Massen umfassen rd. 61 Millionen englische Tons, von denen auf die beiden letzten Jahrzehnte allein rd. 59 Millionen entfallen.

Schiffs-Neubau- und -Reparatur-Anstalten, Fabriken u. s. w., welche sämtlich durch die in neuerer Zeit angelegten, dicht an das Ufer herantretenden Zweigbahnen mit der North Eastern Railway verbunden sind.

Der Schiffsbau am Tyne zählt zu den bedeutendsten Englands. Die Werfte von A. Leslie & Co., C. Mitchell & Co., Palmers Shipbuilding and Iron Company, Edwards Young und der Middle Dock Company zu Shields, sind kaum weniger bekannt, als die Werke des Sir Ambrose Crowley zu Winton Mill, der Mess. Hawks, Crawshay & Son zu Gateshead, sowie des Sir William Armstrong zu Elswick.

Ueber die am Tyne üblichen Kohlenverladevorrichtungen, deren neuere fast ausnahmslos nach dem Spoutsystem construirt sind, ist in eingehender Weise von dem Reg.-Baumeister von Domming in der Zeitschrift für Bauwesen Jahrgang 1878 berichtet worden.

Zu den vollkommensten dieser Art zählen namentlich die in dem der North Eastern Railway gehörigen Tyne-Dock, sowie die an Whitehill, am Tyne selbst belegenen, der Tynecommission gehörigen Verladegeruste. Die Leistungsfähigkeit der letzteren wird pro Stunde und spout zu 300 tons(!) angegeben.

I. Oeffentliche Quais.

Oeffentliche Quais befinden sich am Tyne in größerer Ausdehnung vor Newcastle und diesem gegenüber vor Gateshead; in Entstehung begriffen sind solche vor Tynemouth und South Shields.

Die Newcastle'r Quais erstrecken sich von der Tynebrucke in einer (vorläufigen) Länge von etwa 1,5 km abwärts. Wiewohl die steil ansteigende Lage der Stadt die weitere Ausdehnung derselben, namentlich oberhalb der Brücke, sehr

erschwert, hat man dennoch ebensowohl auf der Newcastle'r wie auf der Gateshead'er Seite bei der Anlage der Drehbrücke, sowie der hochliegenden Eisenbahnbrücke auf die eventuelle Fortsetzung derselben, durch die Anordnung von Landöffnungen gerücksichtigt.

Die Quais sind private Unternehmungen der beiden Städte und von der Tyneverwaltung vollständig getrennt. Beide sind, soweit die alten ehemals mit hölzernen Bohlenwerken umschlossenen Quais bereits massiv ausgebaut sind, mit Ueberladevorrichtungen aller Art auf das beste ausgestattet, sowie auch durch ein Geleisnetz mit der North Eastern Railway verbunden.

Die Schifffahrtstiefe wechselt vor denselben zwischen 3,0 und 6,0 m bei Niedrigwasser, bezw. zwischen 7,5 und 10,5 m bei Hochwasser.

An größeren Anlagen interessieren auf dem Newcastle'r Quai das mit 2 Elevatoren ausgestattete Kornmagazin der Newcastle-Grain Warehouse Co., sowie 3 größere Krane von 20 bezw. 60 und 80 tons Tragfähigkeit.

II. Docks.

Am Tyne befinden sich das Northumberland- und Tyne- oder Jarrow-Dock, sowie, zur Zeit noch in Ausführung begriffen, das Coble Dene-Dock. Das zweitgenannte Dock gehört der North Eastern Railway Co., während die beiden anderen Eigentum der Tynecommission sind.

A. Das Northumberland-Dock, nach Plänen von Plews während der Jahre 1853 bis 1857 ausgebaut, liegt am linken Ufer des Tyne, ungefähr 5 km von der Mündung. Es ist durch den Ausbau der daselbst ehemals vorhandenen Stromerweiterung entstanden; seine Größe beträgt 20 ha. Der Haupteingang, welcher durch ein Halbtidebassin vermittelt wird, hat 24 m Weite bei 2,7 m Drenptiefe bei Niedrigwasser und 6,9 m bei Hochwasser. Neben dem Haupteingange befindet sich noch eine Kammerschleuse von 18 m Weite für den Verkehr von kleineren Fahrzeugen während der Dauer der Ebbe. Der Verschluss wird durch gebogene schmiedeeiserne Thore bewirkt.

Der größere Theil des steil ansteigenden Nordquais ist unregulirt und dient für die Verladung von Kohlen, welche von hohen vor das Ufer vortretenden, meist hölzernen Gerüsten (Stailhs) mittelst einfacher Schüttvorrichtungen (Spouts) verladen werden.

Die Zuführung der Wagen erfolgt auf geneigten Ebenen, bei den meisten in der Weise, daß die lebendige Kraft der beladenen abwärts gehenden Wagen für die Heraufbewegung der entleerten, mittelst Drahtseiles und einfacher Umkehrrolle nutzbar gemacht wird.

Die zahlreichen Zufuhrgeleise bilden Zweiglinien der Blyth and Tyne, sowie der Tynemouth Branch der North Eastern Railway. Eine kleinere Strecke des Docks an der Nordostseite desselben ist in jüngeren Jahren für den Importverkehr eingerichtet worden.

Der nach der Flußseite belegene Abschlußdamm enthält keine Quaianlage, zeigt vielmehr beiderseits ein geböschtes Profil.

B. Das Coble Dene-Dock befindet sich ungefähr 1 km unterhalb des Northumberland-Docks. Dasselbe trat an die Stelle des ehemals weiter unterhalb projectirten Low-light-Docks, zu dem bereits im Jahre 1864 der Grundstein

gelegt, das indessen mit Rücksicht auf den zeitweise im Hafen von Shields nicht unbedeutenden Seegang später aufgegeben wurde.

Aus gleicher Rücksicht hat auch das jetzt — nach Plänen von Ure und Messent — in Ausführung begriffene Coble Dene-Dock seine Einfahrtsöffnungen weiter in's Land zurücktretend erhalten.

Das Coble Dene-Dock erhält eine Größe von rd. 9,2 ha, die Haupteinfahrt eine Breite von 24,4 m bei 4,5 m Drenptiefe bei Niedrigwasser, bezw. 8,7 m bei Hochwasser. Die Kammerschleuse erhält eine Breite von 18 m und 6,8 m Drenptiefe bei Niedrigwasser bezw. 10,8 m bei Hochwasser. Nach den ursprünglichen Plänen von Ure war das Dock in einer Größe von 18,5 ha und mit einem Halbtidebassin wie das Northumberland-Dock projectirt worden.

Die durchweg steilen Umfassungen des Docks werden aus Betonblöcken mit Hinterfüllung aus Betonmasse hergestellt, während die Eingänge eine Verblendung aus Granit erhalten.

Bemerkenswerth ist noch, daß die Verschluss-thore, — ähnlich den meisten in Liverpool verwendeten Thoren, — nicht mehr in Eisen, sondern vielmehr in amerikanischem Hartholz, einhäutig und gleichfalls von gekrümmter Grundriffsform construiert werden.

Man giebt dem amerikanischen Hartholz in jüngerer Zeit in England allgemein und besonders da den Vorzug vor Eisen, wo die Thore einem größeren Seegange bezw. heftigen Stößen ausgesetzt sind.

In Verbindung mit der Anlage des Coble Dene-Dock ist von der Tyne-Commission eine rd. 120 ha große, nächst diesem und Northumberland-Dock belegene Terrainfläche käuflich erworben worden. Auf derselben wird die Anlage einer größeren Anzahl von Entrepots und Transitgüterschuppen, ferner der Ausbau des zwischen den beiden Docks belegenen Ufers mittelst steiler Quais, soweit solches nicht bereits geschehen, beabsichtigt, die demnächst durch eine der Tyne-Commission gehörige Eisenbahnlinie Anschluß an die Zweiglinien der North Eastern Railway erhalten.

C. Das Jarrow oder Tyne-Dock*), nach den Plänen von T. E. Harrison von Robert Hodgson ausgeführt, wurde bereits im Jahre 1859 eröffnet. Dasselbe befindet sich am rechten Tyneufer unterhalb der weiten Ausbuchtung des Tyne, des Jarrow Slake, und umfaßt eine Wasserfläche von rd. 20 ha. Es ist mit einem Vorhafen von rd. 3,8 ha Größe versehen und dient gleich dem Northumberland-Dock vorzugsweise dem Kohlenverladeverkehr. Die Sturzgerüste sind für die gleichzeitige Verladung von 30 größeren Seeschiffen berechnet. Einzelne Entrepots und Ueberladeschuppen für den allgemeinen Güterverkehr sind gleichfalls vorhanden.

Die gesammten Anlagen sind durch ein ausgedehntes Geleisnetz mit dem Pontop and South Shields Branch der North Eastern Railway verbunden.

Der Haupteingang hat 24,4 m Breite bei 3,0 m Drenptiefe bei Niedrigwasser und 7,2 m Drenptiefe bei Hochwasser, die nebenliegende Kammerschleuse hat bei 91 m Länge und 30,4 m Kammerbreite eine Eingangsweite von 18 m und gleiche Tiefendimensionen erhalten.

*) Vgl. auch T. E. Harrison, Minutes of the Proceedings of the J. C. E. 3. Mai 1859.

Die allgemeine Disposition der Dockeingänge sowie der den Vorhafen abschließenden Mole resp. Unterspülung erhellt aus den Figuren 4 bis 10 auf Bl. 41.

III. Holzhafen am Jarrow Slake.

Derselbe bildet einen Theil des zur Zeit der Ebbe trockenen Jarrow Slake und wird durch eine einfache Umpfählung gebildet. Eine Zweigbahn wird den Holzhafen demnächst mit dem Pelon Branch der North Eastern Railway in Verbindung bringen.

IV. Die Brücken von Newcastle.

Newcastle besitzt 3 Brücken, unter diesen 2 Wegebrücken und eine combinirte Wege- und Eisenbahnbrücke.

Die letztere (Bl. 41 Fig. 1), sowie die obere der beiden Wegebrücken sind in bedeutender Höhe, mittelst fester Ueberbauten über den Fluß fortgeführt, indessen die dritte, als in geringerer Höhe liegend, für die Schifffahrt mittelst einer doppelarmigen Drehbrücke zu öffnen ist.

A. Die Drehbrücke ist an Stelle der im Jahre 1775 erbauten ehemaligen Tyne bridge, einer massiven auf Pfahlrost fundirten Steinbrücke, getreten. Wie bereits zur Regulirung des Tyne erwähnt, war der Umbau derselben ebensowohl durch die Rücksicht auf den späteren Schifffahrtsverkehr wie namentlich auch durch die Regulirung des oberen Flußlaufes bedingt worden, — letzteres nicht minder wegen der zu flachen Fundirung der Pfeiler, wie auch wegen der bedeutenden, etwa 30% betragenden Profileinschränkung, die einen beträchtlichen Aufstau veranlaßte.

Die 4 Flußöffnungen, deren Pfeiler axial mit der dicht oberhalb belegenen „high level bridge“ angeordnet sind, setzen sich zusammen aus 2 seitlichen, mittelst Blechträger überbrückten, und 2 mittleren, mittelst gleicharmiger Drehbrücke zu öffnenden Spannweiten. Hieran schließten 2 kleine massive Oeffnungen behufs Freilassung des in geringer Höhe über Hochwasser liegenden Quais. — Jede der Drehöffnungen ist rd. 31,6 m weit; die Gesamtlänge des Unterbaues beträgt rd. 85,4 m, das Gewicht derselben 1450 tons. Das Querprofil der Brücke enthält einen Fahrweg von rd. 7,2 m und 2 Fußwege von je 2,4 m Breite.

Die Construction stammt aus dem Etablissement von Wm. Armstrong zu Elswick bei Newcastle.

Die Fundirung der Stropfpfeiler besteht aus gußeisernen mit Beton gefüllten Cylindern, welche bis zu einer Tiefe von 13,5 m unter Niedrigwasser abgesenkt sind.

Dicht oberhalb der seit Juni 1876 dem Verkehr übergebenen Drehbrücke befindet sich:

V. Der Handelsverkehr der Tynehäfen.

Die geographische Lage des Tyne ist eine außerordentlich günstige. Zwischen den Grafschaften Durham und Northumberland durchfließt er eine starkbevölkerte nicht minder an Natur- wie Industrieproducten ungewöhnlich reiche Gegend. Der Localverkehr ist sehr lebhaft, und nimmt der Tyne auch bezüglich des quantitativen Exportverkehrs — zufolge des Kohlenreichtums seiner Umgebungen — nahezu die erste Stelle unter den englischen Häfen ein.

Nachstehend im Auszuge mitgetheilte Verkehrszahlen, dem officiellen annual statement of the navigation and shipping of the united Kingdom pro 1878 entnommen, sind um

B. Die combinirte Wege- und Eisenbahnbrücke (High level bridge), von der North Eastern Railway Co. im Jahre 1849 erbaut. Die doppelgleisige Fahrbahn der Eisenbahn befindet sich oben, der Fahrweg unten zwischen den Hauptträgern der Hauptöffnungen. Die Fußwege sind auf Consolen außerhalb der letzteren angeordnet. Das Trägersystem setzt sich aus einem Parallelbogen mit einer untern als Fahrbahn dienenden Zuggurtung zusammen. Die Unterstützung der oberen Fahrbahn erfolgt durch Verticalstützen, deren Verlängerungen gleichfalls die Aufhängepunkte für die untere Gurtung abgeben.

Die Brücke umfaßt 6 mittlere Oeffnungen von rd. 37 m Lichtweite, an die beiderseits noch massive Viaducte mit eisernem Stützenaufbau für die Eisenbahnfahrbahn anschließen.

Die Constructionsunterkante befindet sich in den Mittelöffnungen rd. 25,2 m über Hochwasser.

Eine Ansicht dieser, sowie der vorherbeschriebenen Drehbrücke ist auf Blatt 41 gezeichnet.

C. Die Redheughbridge ist gleichfalls als feste Brücke in bedeutender Höhe über den Tyne fortgeführt; ihre Constructionsunterkante übersteigt die der vorgenannten noch um 1,2 m an Höhe, befindet sich demnach also 26,4 m über Hochwasser. Sie wurde in den Jahren 1868 bis 1871 von einer Actiengesellschaft erbaut, um die westlichen Stadttheile von Newcastle und Gateshead auf kürzerem Wege zu verbinden.

Die Brücke hat zwischen den Endpfeilern eine Länge von rd. 442 m, von denen je rd. 71,7 m auf die Eisenconstruction der beiden mittelsten, sodann je 47,7 m auf die der anschließenden seitlichen, der Rest auf die massiven Landöffnungen entfallen.

Die Hauptträger der 4 mittleren Oeffnungen sind armirte Gitterträger, in einer Länge von rd. 254,8 m continuirlich über dieselben fortgeführt.

Die Fundirung der Stropfpfeiler ist mittelst 4 gußeiserner Cylinder auf pneumatischem Wege erfolgt; sie sind bis zu einer Tiefe von rd. 13,6 m unter Niedrigwasser fundirt, mit Beton gefüllt und demnächst bis zu einer Höhe von 2,1 m über Hochwasser massiv aufgemauert. Der weitere Pfeileraufbau wird durch 4 gußeiserne Säulen von 0,9 m Durchmesser gebildet.

Die Breite der Fahrbahn mißt zwischen den Hauptträgern 6,0 m, zu der noch jeseitig eine Breite von 2,1 m für die außerhalb der Hauptträger herumgeführten Fußwege hinzutritt.

Der Project-Verfasser der Brücke ist der jüngst verstorbene Erbauer der Taybrücke, Sir Thomas Bouch.

so überraschender, als der Tyne im Vergleich zu der Themse, dem Mersey, Humber und dem Clyde nur als ein Fluß untergeordneten Ranges bezeichnet werden kann, dessen Schifffahrt im heutigen Sinne nur wenige Jahrzehnte zurückdatirt.

Wenn die qualitative Bedeutung des Newcastle'r Handels gegen Hafenplätze wie London, Liverpool, Glasgow und Dublin zurücksteht, so findet dies darin seine Begründung, daß es ihm bisher noch nicht gelungen ist, den Marktverkehr werthvollerer Import-, namentlich Colonialartikel an sich zu ziehen, wie das namentlich bei London und Liver-

pool für den gesammten Weltmarkt und bei Glasgow und Dublin als Handelsmetropolen für Schottland und Irland der Fall ist.

Abgesehen davon, daß die Kohle als Rohgut keine werthvolle Exportwaare repräsentirt, bringt die Eigenart dieses Artikels es mit sich, daß die meisten Schiffe ohne Cargo, nur in Ballast zurückzukehren gezwungen sind. Thatsächlich ist dies bei mehr wie der Hälfte der in den Tyne einlaufenden Schiffe der Fall.

Das Bestreben der Newcastle'r Rheder und Kaufmannschaft richtet sich demgemäß in intensiver Weise auf den Importverkehr, dessen Erhöhung bei der bedeutenden Leistungsfähigkeit der näheren Umgebung des Tyne auf dem Gebiete der Industrie, und den vortrefflichen Eisenbahnverbindungen der Tynehäfen mit dem Hinterlande voraussichtlich nur mehr eine Frage der Zeit ist.

Außer dem Kohlenverkehr sind die Haupthandels-(Export)-Artikel des Tyne: Eisen, Blei, Glas, Alkalien, ferner die ungemein reichen Erträge der Lachszucht und Fischerei auf dem oberen Laufe des Tyne. Bekannt sind ferner die bedeutenden Schiffsbauanstalten, die namentlich, was den Dampfschiffsbau anlangt, mit Glasgow zu den bedeutendsten der Welt zählen.

Der Tyneverkehr im Jahre 1879.

A) Exportverkehr. Der gesammte Export (Cargo) betrug für die Tynehäfen für das Jahr 1879 an tons engl. 5 413 723 bei einer Schiffszahl von 5722.

Die Tynehäfen rangiren der Tonnenzahl nach unter den englischen Häfen nächst Liverpool mit 5,9 Millionen tons, demnach also an zweiter Stelle.

Der Gesamtexport betrug für Großbritannien und Irland während dieser Zeit rund an tons 45 956 696, bei einer Schiffszahl von 213 662.

B) Importverkehr. Der gesammte Import (Cargo) betrug für die Tynehäfen für das Jahr 1879 an tons 1 388 716 bei einer Schiffszahl von 6038.

Die Tynehäfen rangiren — nächst London mit 9,6 Millionen, Liverpool mit 6,5 Millionen, Glasgow, Dublin und Belfort mit je 1,8 Millionen, Hull mit 1,5 Millionen tons, — demnach also an siebenter Stelle.

Der Gesamtimport betrug für Großbritannien und Irland während dieses Zeitraums an tons 46 765 568 bei einer Schiffszahl von 241 945.

C) Totalverkehr (Import und Export, Cargo und Ballast). Der Totalverkehr betrug für die Tynehäfen für das Jahr 1879 an tons 11 023 540 bei einer Schiffszahl von 33 110.

Die Tynehäfen rangiren — nächst London mit 15,8 Millionen und Liverpool mit 13,7 Millionen tons, — danach also an dritter Stelle.

Der Gesamtverkehr betrug für Großbritannien und Irland während dieser Zeit an tons 125 352 032 bei einer Schiffszahl von 657 783.

D) Registrierte Tonnenzahl der zum Tyne gehörigen Schiffe. Das Tonnenregister der am Tyne eingeschriebenen Schiffe umfaßte im Jahre 1879 an tons 382 719 bei einer Schiffszahl von 1087.

Die Tynehäfen rangiren — nächst London mit 1,5 Millionen, Liverpool mit 1,1 Millionen, Glasgow mit 0,76 Millionen, — danach also an vierter Stelle.

Das gesammte Tonnenregister von Großbritannien und Irland beträgt an tons 6 521 289 bei einer Schiffszahl von 249 59.

E) Kohlenverkehr. Hinsichtlich des Kohlenverkehrs rangirt der Tyne in erster Linie. Es wurden im Jahre 1879 verladen 7 424 065 tons. Nächstdem kommt Cardiff mit 5,1 Millionen.

F) Schiffsbau. Im Jahre 1879 wurden gebaut:

	Segel-Schiffe	Dampf-Schiffe	in Summa Anzahl	Ladungsfähigkeit tons
am Tyne	2	114	116	87 285
in Glasgow . .	14	92	106	93 869

Der Tyne rangirt danach bezüglich der Anzahl der Dampfschiffe an erster, bezüglich der Tonnenzahl der überhaupt gebauten Schiffe an zweiter Stelle.

Im vereinigten Königreich Großbritannien und Irland betrug während derselben Zeit die Anzahl der gebauten Segelschiffe 405 mit 61 617 tons Ladungsfähigkeit, der Dampfschiffe 510 mit 344 412 tons Ladungsfähigkeit. In Summa 915 mit 406 029 tons Ladungsfähigkeit.

Berlin, im December 1880.

Havestadt.

Studien über die Bewegung des Wassers in Flüssen mit Bezugnahme auf die Ausbildung des Flufsprofils.

Die nachfolgenden Betrachtungen sollen auf die Ursachen einer variablen Geschwindigkeit des Wassers an der Flußsohle hinweisen und einen Beitrag zur Kenntniß desjenigen Vorganges liefern, welcher bei der Ausbildung eines Flufsprofils stattfindet, sofern die Geschwindigkeit der unteren Wasserfäden die Bewegung des Sandes und der Sinkstoffe auf der Flußsohle bedingt und Profilländerungen hervorruft. Sie führen zu einer Definition des Stromstriches, erklären die Entstehung der größten Wassergeschwindigkeit im Stromstriche resp. bei tiefen Strömen unter der Oberfläche, und die Uebertragung dieser größeren lebendigen Kraft bis in

die Tiefe durch eine im Stromstrich stattfindende sinkende Bewegung der Wasserfäden.

Die erste Anregung zu diesen Betrachtungen hat der Verfasser gelegentlich einer Beobachtung der Curven gewonnen, in welchen die Wassertheilchen an der Oberfläche und in der Tiefe sich hinter Buhnen bewegen. Mit verschiedenen tief gehenden Schwimmern an der Ruhr und Weser angestellte Versuche führten zunächst auf diejenigen Vorgänge, welche die Verlandung eines von Buhnen eingeschlossenen Flufsufers bedingen, und welche auch zur Versandung eines ungünstig angelegten Hafens führen können; sodann galt es,

auf die gewonnenen Resultate hin die Bewegung der ganzen Wassermasse eines Flusses zu prüfen, soweit die in Folge geringer Mittel nur in beschränkter Weise angestellten Versuche dieses gestatteten.

Aus der Wahrnehmung, daß Eisschollen und andere Gegenstände dem Stromstrich zuschwimmen und sich aus demselben nicht wieder entfernen, resultirt an der Oberfläche eine convergirende Bewegung je zweier Wasserfäden, welche von beiden Ufern her dem Stromstriche zutreiben. Versuche an der Weser ergaben in einiger Entfernung vom Ufer etwa eine Convergenz von 1 : 50 in der Bewegungsrichtung zweier Schwimmer, von denen der eine in der Oberfläche, der andere in der Tiefe sich bewegte.

Im Stromstrich findet also an der Oberfläche eine Anhäufung von Wassermassen statt, welche daselbst nur durch eine absteigende Bewegung der Wassertheilchen ausgeglichen werden kann, die ihrerseits ein Auseinanderweichen der Wasserfäden auf der Flusssohle herbeiführen muß.

Die von Grebenau veröffentlichten Resultate der internationalen Rheinstrom-Messung bei Basel*) scheinen diese Anschauungen zu bestätigen.

Die Schwimmer, welche bei dieser Messung an der Stromoberfläche sich bewegten, deren Bahnen in der Veröffentlichung durch ausgezogene Linien markirt sind, convergiren im Mittel sowohl auf Tafel X, wie auf Tafel XV annähernd nach dem Verhältniß 1 : 50, während die gestrichelt gezeichneten Wege der tiefer eintauchenden Schwimmer jene Convergenz nicht zeigen, vielmehr sich, wie z. B. in Gruppe I, Tafel X, dem Ufer nähern. Ganz tief gehende Schwimmer sind nicht verwendet worden; doch läßt der Unterschied zwischen den oberen und tiefer gehenden Schwimmern das Gesetz einer Aenderung der Bewegungsrichtung des Wassers mit der Tiefe wohl erkennen.

In der Nähe von Brücken, Stromkrümmungen und Spaltungen wird diese Wasserbewegung beeinträchtigt und die normale Ausbildung des Flussschlauches gestört, während einander nahestehende, mälsig große Buhnenbauten, wie gezeigt werden soll, das Wasser an der Oberfläche der Strommitte zuweisen und günstig auf die Festlegung des Stromstriches und die Entstehung der größten Tiefe in der Strommitte hinwirken.

Als Ursache für die größere Geschwindigkeit der Wassertheilchen im Stromstriche wurde bislang nur die daselbst vorhandene größere Wassertiefe genannt, während sich neben dieser bekannten Ursache noch jenes zweite, in gleichem Sinne wirkende Moment, die sinkende Bewegung des Wassers im Stromstrich, hinzufügen läßt, welches wegen seines Einflusses auf das Flussbett zur Aenderung des Stromstriches Veranlassung geben kann.

Die größte Geschwindigkeit findet sich nicht immer vertical über dem tiefsten Profilverpunkte. In den von Bazin**) gegebenen Aufzeichnungen über die Geschwindigkeitsmessungen an der Saône (Tafel 25 in Fig. 1, 3, 4, 6 u. 7) ist der Ort der größten Geschwindigkeit gegen den tiefsten Profilverpunkt seitlich verschoben. Desgleichen liegt wieder der Ort der größeren Wassergeschwindigkeit an der Sohle nicht

immer senkrecht unter dem am schnellsten sich bewegenden Wasserfaden der Stromoberfläche. In den genannten Beispielen findet in Profil Nr. 2, 3, 4, 5 u. 6, also meistens, eine beträchtliche seitliche Verschiebung dieser beiden Geschwindigkeitsmaxima statt. Es geht hieraus hervor, daß gewisse Ursachen bestehen müssen, welche ihrerseits unabhängig von der Wassertiefe an einem bestimmten Punkte die größte Wassergeschwindigkeit anstreben.

Zunächst möge die bekannte Ursache für die Variation der Geschwindigkeit mit der Tiefe, d. h. der Einfluß der Widerstände auf die Wasserbewegung eingehender besprochen werden, wobei der Fluß als sehr breit gedacht ist und der Einfluß der schrägen Uferböschungen unberücksichtigt bleibt.

An einem vom Ufer entfernten Profilverpunkte sei eine sowohl seitlich, wie stromaufwärts und abwärts begrenzt gedachte Wassersäule in mehrere horizontale Schichten gleicher Dicke zerlegt. Auf jede Schicht wirkt die Beschleunigung der Schwerkraft in gleicher Weise und außerdem ein mit der Tiefe variabler Widerstand, welcher sowohl durch Reibung als durch Wirbelbewegung veranlaßt wird.

Der Widerstand zwischen den einzelnen Schichten würde unbedeutend sein, wenn nicht durch viele Strudel eine Massenmischung stattfände, welche einen Ausgleich der Geschwindigkeiten anstrebt, indem die Wassertheile mit geringer Geschwindigkeit von der Sohle durch Strudel, d. h. Massenaustausch, nach oben gelangen und dort eine Verzögerung der Wasserbewegung veranlassen. In derselben Weise gelangt Wasser von oben nach unten und ruft hier eine Beschleunigung hervor.

Es möge in jeder Secunde eine Wassermenge m von Schicht zu Schicht nach oben und unten zum Austausch gelangen. Von je 3 gleich dicken Schichten der Massen M habe die obere die Geschwindigkeit v_o , die mittlere die Geschwindigkeit v und die untere v_u . Die mittlere Schicht empfängt also von oben schneller fließendes Wasser, dessen Masse m und dessen Geschwindigkeit v_o beträgt, und von unten her langsamer fließendes Wasser. Nach dem Gesetz des unelastischen Stofses würde durch den einseitigen Massenaustausch nach oben hin die Geschwindigkeit v der mittleren Schicht auf das Maas u anwachsen, wo $u = \frac{M v + m v_o}{M + m}$ ist. Es wäre darnach die partielle Geschwindigkeitsänderung:

$$u - v = \frac{M v + m v_o}{M + m} - v = \frac{m}{M + m} (v_o - v)$$

Der einseitige Massenaustausch nach unten hin erzeugt aber für die mittlere Schicht, der obigen Rechnung entsprechend, eine partielle Verzögerung des Werthes $\frac{m}{M + m} (v - v_u)$. Drittens wirkt die Schwerkraft auf jedes Scheibchen, wodurch in Folge des Gefälles $\frac{s}{l}$ eine partielle Geschwindigkeitszunahme pro Secunde gleich $\frac{s}{l} \cdot g$ angestrebt wird. Da nun der Beharrungszustand der fließenden Bewegung in's Auge gefaßt werden soll, müssen die beiden Beschleunigungen durch die Verzögerung aufgehoben werden, es muß also die Gleichung bestehen:

$$\frac{m}{M + m} (v_o - v) + \frac{s}{l} \cdot g - \frac{m}{M + m} (v - v_u) = 0$$

*) München 1873.

**) Annales des Ponts et Chaussées. 2. Sem. 1875.

Gl. I. $(v_0 - v) = (v - v_u) - \frac{M + m}{m} \cdot \frac{s}{l} \cdot g$
 $\Delta_I v = \Delta_{II} v - \frac{M + m}{m} \cdot \frac{s}{l} \cdot g$
 $\Delta_I v - \Delta_{II} v = - \frac{M + m}{m} \cdot \frac{s}{l} \cdot g$

Gl. II. $\Delta(\Delta v) = - \frac{M + m}{m} \cdot \frac{s}{l} \cdot g$.

Der Ausdruck auf der rechten Seite der Gleichung ist constant, wenn man annimmt, daß m stets gleich groß sei. Es soll zunächst diese Voraussetzung gemacht werden, d. h., es werde angenommen, daß die Wasserwirbel, bis zur Oberfläche des Flusses emporreichend, in jeder Secunde eine ebenso starke Mischung des Wassers in den oberen Wasserschichten bewirken, wie in der Nähe der Sohle erreicht wird; hernach aber wird dann auch die Wirkung einer Zunahme des Werthes m gegen die Sohle hin berücksichtigt. Der Werth M ist stets constant, da nach der Voraussetzung gleich dicke Schichten angenommen werden mußten, um überhaupt einen Vergleich über die Zunahme der Geschwindigkeitsdifferenzen mit der Tiefe zu ermöglichen. Die Tiefe t ist von der Oberfläche nach unten gerechnet. Zum Differential übergend, ist M die Masse jedes Schichtchens der constanten Dicke dt . Das zweite Differential von v ist somit, nach der Tiefe t genommen, für constante Werthe m auch constant = C , wie auch der Werth $\frac{C}{dt^2}$ als Quotient zweier constanten Größen ferner als Constante K geschrieben werden soll.

$$d_2 v = - C$$

$$d_2 v = - \frac{C}{(dt)^2} \cdot (dt)^2 = - K dt^2$$

$$\frac{d_2 v}{dt} = - K dt$$

Gl. III. $\frac{dv}{dt} = - Kt + A$.

Für $t = 0$, d. h. an der Oberfläche, muß wie folgt $\frac{dv}{dt}$ in den Werth 0 übergehen. Für die Oberfläche ist nämlich keine darüber hinfließende Schicht vorhanden, so daß der Werth $(v_0 - v)$ aus Gleichung I in Fortfall kommt, und diese sich wie folgt umgestaltet:

$$0 = (v - v_u) - \frac{M + m}{m} \cdot \frac{s}{l} \cdot g \text{ für } t = 0.$$

Nach Gl. II ist $-\frac{M + m}{m} \cdot \frac{s}{l} \cdot g = \Delta(\Delta v)$,

somit ist

Gl. IV. $v_u = v + \Delta(\Delta v)$ für $t = 0$.

In der Differentialrechnung ist aber

$$v_u = v + \frac{dv}{dt} \cdot dt + d_2 v,$$

nach Gl. IV hier $v_u = v + d_2 v$ für $t = 0$

gibt $0 = \frac{dv}{dt} \cdot dt$ für $t = 0$

oder $\frac{dv}{dt} = 0$ für $t = 0$

nach Gl. III $\frac{dv}{dt} = - K \cdot (0) + A$ für $t = 0$

$$0 = A$$

Für A den Werth Null in Gl. III gesetzt, giebt:

Gl. V $\frac{dv}{dt} = - Kt$
 $dv = - Kt dt$
 $v = - \frac{Kt^2}{2} + B$.

Für $t = 0$ sei $v = c$ gesetzt (Geschwindigkeit des Wassers an der Oberfläche).

$$c = - K \cdot 0 + B$$

$$c = B$$

$$v = c - \frac{Kt^2}{2}$$

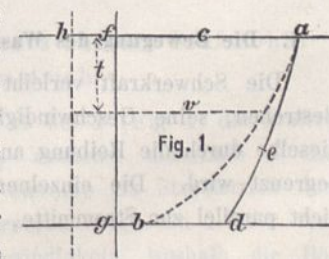
Trägt man die Geschwindigkeiten v in verschiedenen Wassertiefen als Ordinaten zu einer verticalen Axe auf, dann erhält man als Geschwindigkeitscurve eine Parabel, deren Scheitel im Wasserspiegel liegt.

Es wurde hierbei jedoch die Voraussetzung gemacht, daß der Werth m constant sei. In Wirklichkeit werden die Wirbel an der Sohle heftiger auftreten als an der Oberfläche, und muß daher der Werth m , d. h. die in jeder Secunde von einer Schicht in die benachbarte Schicht übertretende Wassermenge, nach oben hin abnehmen. Construiert man nun mehrere Parabeln, deren Parameter den variablen Werthen von m entsprechend verschieden groß sind, und setzt aus den entsprechenden Parabelstücken die neue Geschwindigkeitscurve zusammen, dann kann diese Curve in Folge des variablen m nach der Sohle hin an Krümmung zunehmen und einer Parabel mit verticaler Axe ähneln. In tiefen Flüssen mit nicht allzu unebenem Bette werden die vielen kleinen Strudel, welche sich über der Sohle bilden, kaum an die Oberfläche gelangen, so daß der Massenaustausch, d. h. die Masse m nach der Oberfläche zu abnimmt. Es ist nämlich nach

Gl. V $\frac{dv}{dt} = - Kt = - \frac{C}{(dt)^2} \cdot t$
 $= - \frac{M + m}{m} \cdot \frac{s}{l} \cdot g \cdot \frac{1}{(dt)^2}$

In der Nähe der Sohle ist, wie gezeigt wurde, m groß, also $\frac{dv}{dt}$ ein kleiner Werth, d. h. die wahre Curve beginnt an der Sohle steiler, als wenn eine Parabel mit constantem m , d. h. eine Parabel mit horizontaler Axe, vorläge; denn für kleine Werthe von $\frac{dv}{dt}$ ist die horizontale Componente dv der Curvenrichtung klein gegenüber der verticalen Componente.

Die gestrichelt gezeichnete Curve ab (in Fig. 1) ist eine Parabel mit horizontaler Axe ah , dieselbe entspricht der Rechnung unter der Annahme eines constanten Werthes m . In Wahrheit nimmt aber der Werth m von der Oberfläche



nach unten gerechnet zunächst schnell zu, so daß die wahre Geschwindigkeits-Curve zunächst einen steileren Verlauf ae nimmt, während in größerer Tiefe die Mischung in sich wohl nicht mehr wesentlich differirt, so daß für den unteren Theil ed der Curve der Werth m annähernd constant

ausfällt und die Curve, nun wieder der Parabel gleichend, an Krümmung zunimmt. Da das Gesetz, nach welchem der Werth m variirt, nicht bekannt ist und auch wohl sehr verschieden sein mag, so läßt sich die mathematische Form der Geschwindigkeits-Curve ad durch Rechnung allein nicht festlegen, wohl zeigt aber die obige Betrachtung, daß diese wahre Geschwindigkeits-Curve einer Parabel mit verticaler Axe fg ähneln wird; confer. Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst, Theil II.

Nach dem Vorigen müßte nun zwar die wahre Geschwindigkeits-Curve ad sofort an der Stromoberfläche in allen Fällen eine Geschwindigkeits-Abnahme zeigen; doch stehen hiermit die Geschwindigkeits-Messungen bei tiefen Flüssen vielfach im Widerspruch*); so findet sich nach Humphreys und Abbot am Mississippi die größte Geschwindigkeit in $\frac{3}{5}$ der Stromtiefe.**) Da nun die gegebenen Betrachtungen, welche sich einzig auf den Einfluß derjenigen Widerstände beziehen, die durch die Sohle ausgeübt und von dieser durch Reibung und Wasserwirbel nach oben übertragen werden, Resultate ergeben, die mit der Erfahrung im Widerspruch stehen, so müssen noch andere Factoren die Bewegung des Wassers beeinflussen. Die Aufsuchung dieser Factoren und die Festlegung ihrer Bedeutung durch umfangreiche Versuche kann die Beantwortung mancher wichtigen Fragen auf dem Gebiete des Strombaues fördern und namentlich die Anschauung über den Einfluß baulicher Veränderungen auf die Umgestaltung eines vorhandenen Stromstriches und auf die Bewegung der Sinkstoffe erleichtern.

Im Folgenden soll nun versucht werden nachzuweisen, daß für die Ausbildung der größten Wassergeschwindigkeit diejenige Zeit entscheidet, während welcher das Wasser dem Einflusse der Sohl- und Ufer-Reibungswiderstände entzogen gewesen ist, und daß das Wasser keine parallel zum Stromstrich gerichtete Bewegung besitzt, sondern an der Oberfläche dem Stromstrich schräge zufießt, am Boden aber eine divergirende Bewegung einschlägt.

Im Stromstrich findet an der Oberfläche eine Anhäufung von Wassermassen statt, welche daselbst nur durch eine absteigende Bewegung der Wassertheilchen ausgeglichen werden kann. Das Wasser steigt an den Uferböschungen empor, fließt der Strommitte zu und fällt hier abwärts, wodurch es abwechselnd dem Reibungswiderstände von Sohle und Ufer ausgesetzt und hernach demselben wieder entzogen ist.

Indem der Verfasser die Ursache dieser Bewegung aufzufinden sich bemühte, gelangte derselbe zu Anschauungen, wie sie in Nachfolgendem dargelegt sind.

I. Die Bewegung des Wassers im geraden Stromlauf.

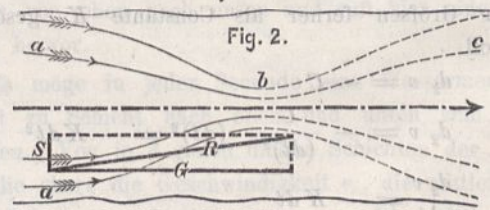
Die Schwerkraft verleiht dem fließenden Wasser das Bestreben, seine Geschwindigkeit zu vergrößern, während dieselbe durch die Reibung an den Ufern und an der Sohle begrenzt wird. Die einzelnen Wassertheilchen schwimmen nicht parallel zur Strommitte, werden vielmehr unaufhörlich

*) Bazin, Ann. d. p. et ch. 75, 2. Sem. S. 309 Zeile 12 — la plus grande vitesse est tantôt à la surface, tantôt au — dessous, sans que l'on ait pu jusqu'ici se rendre bien compte des causes, qui font varier sa position.

**) Report upon the physics and hydraulics of the Mississippi river, by cap. A. Humphreys and lieut. L. Abbot, Philadelphia, 1861.

durch locale Störungen und kleine Wirbel hin und her geworfen, so daß sie sich bald dem Ufer nähern, bald von demselben wieder entfernen. Ein schwimmendes Wassertheilchen befindet sich daher fast niemals im hydrodynamischen Gleichgewichtszustande, bei welchem sich die beschleunigende und die verzögernde Kraft gegenseitig aufheben; vielmehr erleidet das Wassertheilchen in der Ufernähe Verzögerung durch die Reibung, und beginnt wieder schneller zu fließen, sobald es sich vom Ufer entfernt und bei gleichem Gefälle die durch den abnehmenden Reibungswiderstand verminderte Verzögerung kleiner ausfällt als die Beschleunigung der Schwerkraft. Diese Vorgänge sind jederzeit zu beobachten, da durch die größere Wassergeschwindigkeit in der Strommitte gegenüber der Strömung am Ufer und durch die Unregelmäßigkeiten des Bodens unaufhörlich die Entstehung vieler kleiner Wirbel bedingt ist. Es bleibt nun nachzuweisen, daß aus dem scheinbar regellosen Treiben dieser zahllosen vorhandenen Wasserwirbel ein Gesetz sich entwickelt, welches für die Bewegung des Wassers in Flüssen von Bedeutung wird.

Jeder Wasserfaden, welcher sich dem Ufer nähert, wird in Folge des wachsenden Reibungswiderstandes an Geschwindigkeit abnehmen, also an Querschnitt zunehmen; dagegen wird jeder Wasserfaden, welcher von den Uferändern a mit geringer Geschwindigkeit sich schräge nach der Strommitte hinzieht, auf seinem Wege (ab in Fig. 2) an



Geschwindigkeit zunehmen, also eine Contraction erfahren. Da nun ohne Unterbrechung sich einzelne Wasserfäden vom Ufer entfernen und andere sich dem Ufer nähern, so entsteht hierdurch eine kleine Volumen-Vergrößerung an den Böschungen, also ein Steigen des Wasserspiegels daselbst, und im mittleren Stromlauf ein geringes Fallen der Schichten gleichen Druckes, also auch eine Senkung der Oberfläche in Folge der Durchschnittsabnahme des Wasserfadens auf dem Wege von a bis b . Das in der Ufernähe vorhandene Gefälle R besteht daher aus dem mittleren Gefälle G des Flusses und aus dem viel kleineren Seitengefälle S .

Da sich nun die zu Grunde gelegten vielen Wirbel namentlich an der Flußsohle und an den Flußböschungen, also in der Tiefe ausbilden, die Oberfläche des Stromes denselben jedoch weniger ausgesetzt ist, so folgt das Wasser oben nicht allein dem Gefälle G , sondern auch dem Seitengefälle S , d. h. dem Gefälle R , bewegt sich also in schräger Richtung dem Stromstriche zu, indem es sich von den Ufern entfernt. In der Strommitte bildet sich vermöge der lebendigen Kraft der von beiden Uferändern zusammentretenden Massen ein kleiner Stau aus, welcher an der Sohle das Auseinanderweichen der Wasserfäden rechts und links bedingt, woraus sich ein Fallen der Wasserschichten im Stromstriche ergibt. Die auf der Flußsohle in seitliche Bewegung

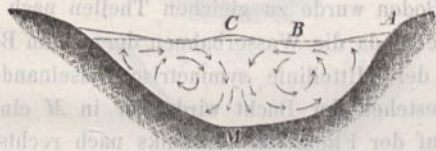
gerathene Masse treibt beiden Böschungen zu, läuft an den schiefen Ebenen empor und wird demnächst aufwärtssteigend zur rückläufigen Bewegung veranlaßt, d. h. an der Oberfläche wieder nach der Strommitte hingelenkt.

Die emporsteigende Bewegung des Wassers an den Uferböschungen zeigt sich in Form eines häufigen Emporsprudelns des Wassers nach Art einer Quelle, welches oft mit einem murmelnden Geräusch verbunden ist.

a Die Bewegung des Wassers in zwei Serpentinien resp. Spirallinien.

Im geraden Stromlauf scheint jeder einzelne Wasserfaden, wie erörtert wurde, keine gerade Linie zu bilden, sondern eine Spirale, deren Verticalprojection als Schlangenlinie erscheint. An den Böschungen des Flusses steigt das Wasser empor, treibt der Strommitte in schwach geneigter Richtung zu und fällt hier abwärts, um in der Tiefe wieder auseinander zu weichen und dann, den Böschungen sich nähernd, den Kreislauf zu erneuern. Jeder reguläre Strom würde hiernach aus zwei Wasserwulsten bestehen, welche neben einander im Flusse stromabwärts gleiten und eine drehende Bewegung um ihre Längsaxe ausführen, etwa wie

Fig. 3.

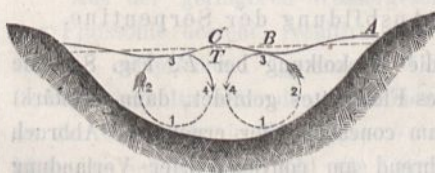


beistehend in Fig. 3 skizzirt ist. — Der Anstau in der Strommitte erlangt eine geringere Höhe, als die Stromoberfläche am Ufer besitzt^{*)}, weil das Wasser von seiner seitlichen Geschwindigkeit auf dem Wege von A nach C durch Reibung einbüßt.

b Die Erzeugung der größten Wassergeschwindigkeit unter der Strom-Oberfläche und die Ausbildung des Stromstriches.

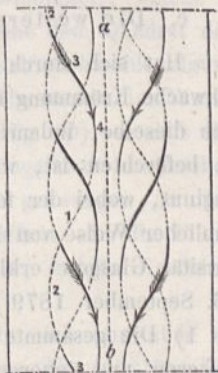
Außer der besprochenen spiralförmigen Bewegung erleidet das Wasser viele Störungen durch locale Strudel mit hori-

Fig. 4.



zontaler resp. verticaler Axe, weshalb sich der hemmende Einfluß der Flußsohle bis an die Oberfläche des Stromes erstreckt und eine Abnahme der Wassergeschwindigkeit mit der Tiefe bedingt. Verfolgen wir die Bahn eines Theilchens, dann finden wir, daß dasselbe zunächst auf dem Wege von 1—2 (Fig. 4) unter

Fig. 5.



^{*)} Das Profil des Wasserspiegels nimmt wohl selten diese normal geschwungene Gestalt an, weil dieselbe voraussetzt, daß der Stromstrich schnurgerade verläuft, was niemals vorkommt; es liegen daher nur Messungen von serpentinirenden Flüssen vor, welche also eine Hebung des Wasserspiegels an dem concaven Ufer zeigen und den einfachen Fall (Fig. 1) nicht zur Erscheinung bringen. Vgl. Fig. 13 und die unter d) angeführten Zahlen.

dem Einflusse der Reibungs-Widerstände an den Uferböschungen eine Geschwindigkeits-Einbuße erleidet, während nunmehr von 2 bis 3 das Wasser wieder an Geschwindigkeit gewinnt, da es dem Einflusse der rauhen Wandungen entzogen wird.

Bei tiefen Flüssen wächst auch noch auf dem Wege von 3 bis 4 die Geschwindigkeit ein wenig.

Bei sehr langsamer drehender Bewegung und flachen Strömen wird die Wassergeschwindigkeit am Orte 3 schon den Maximalwerth fast ganz erreicht haben, wobei die inneren Widerstände und Strudel der Arbeit des Gefälles das Gleichgewicht halten.

Bei schmalen, ziemlich tiefen Flüssen wird auf dem Wege von 2 bis 3 das Wasser noch nicht Zeit genug gehabt haben, die Maximal-Geschwindigkeit anzunehmen, und befindet sich dasselbe daher dann noch auf dem Wege von 3 bis 4 im Zustande der Beschleunigung.

Bei sehr tiefen und breiteren Flüssen erreicht das Wasser die Maximal-Geschwindigkeit erst in gewisser Tiefe unter der Oberfläche, dort nämlich, wo der hemmende Einfluß der Sohle sich bemerkbar zu machen beginnt.

Die Verbindungslinie derjenigen Profilverpunkte, in welchen die absteigende Bewegung des Wassers stattfindet, ist der Stromstrich.

Nachdem die Wassertheilchen auf ihrer spiralförmigen Bahn in der Ufer-Nähe Verzögerung erlitten haben, wächst die fließende Bewegung derselben wieder, weil sie, an die Stromoberfläche gelangt, dem Stromstriche zutreibend, nur dem Gefälle und nicht dem störenden Einflusse des Flußbettes und der Böschungen ausgesetzt sind. Im Stromstrich muß sich daher in gewisser Tiefe die größte Wassergeschwindigkeit finden. Es liegt hierin das Gesetz für die Zunahme der Geschwindigkeit von den Böschungen nach dem Stromstriche hin, sowie für die Abnahme der Geschwindigkeit mit der Tiefe. Das empirische Resultat, daß die Geschwindigkeiten, als Ordinaten aufgetragen, annähernd Parabeln bilden, läßt sich sonach aus der zeitlichen und örtlichen Aufeinanderfolge von Beschleunigung und Verzögerung jeder Periode theoretisch begründen.

Bewiesen wird die Richtigkeit der angedeuteten Wasserbewegung auch durch den Umstand, daß alle schwimmenden Körper, welche dem Einflusse des Windes wenig Angriffsfläche bieten, im Stromstriche treiben, wie beladene Schiffe, Baumstämme und Eisschollen; dieselben werden hier förmlich umschlossen von Wasserstrahlen, welche nach der Strommitte gerichtet sind.

c. Der Angriff des Wassers auf die Flußsohle im Stromstrich.

Da das Wasser, nachdem es bei T (Fig. 4) die größte Geschwindigkeit erreicht hat, zunächst unterhalb T die Flußsohle trifft, so erleidet dieselbe im Stromstrich den stärksten Angriff. Auf dem ferneren Wege von 1 bis 2 vermindert sich die Wassergeschwindigkeit, weshalb die Böschungen, abgesehen vom Wellenschlag und Eisgang, weniger Angriff erleiden. Im Stromstrich bildet sich mithin die größte Wassertiefe aus, welche um so bedeutender ist, je stärker die Drehbewegung der Spirale ausfällt. Der Strom wird sich daher so lange an demselben Orte erhalten, als

wirklich in seiner Mitte die stärkste fallende Bewegung der Wassertheilchen besteht und der ausgespülte Boden gleichmäÙig nach beiden Seiten fortgeschoben wird, welches allerdings nur in einem ganz regulären Stromlaufe zu erwarten ist.

II. Störungen im Stromlaufe.

a. Wo der Strom ein wechselndes Durchflußprofil passiert, kann derselbe nicht sofort seine innere spiralförmige Bewegung dem neuen Flußprofil anpassen; hierdurch entsteht ein Conflict, welcher zu Auskolkungen, Verlandungen und Stromverwilderungen führen kann.

Wo das Profil der Strom-Oberfläche die symmetrische Form der Fig. 3 verliert, tritt eine der beiden Spiralen gegen die andere zurück, die Abwärtsbewegung des Wassers trifft nicht mehr mit der Strommitte zusammen und die größte Wassertiefe entsteht seitlich von der Profil-Mitte. Da der Strom aber geneigt ist, die größte Profiltiefe aufzusuchen, so wandert derselbe beständig nach jener Seite hin, wo die Lage des absteigenden Zweiges der spiralförmigen Drehung, von der Strom-Mitte abweichend, Auskolkung bewirkt.

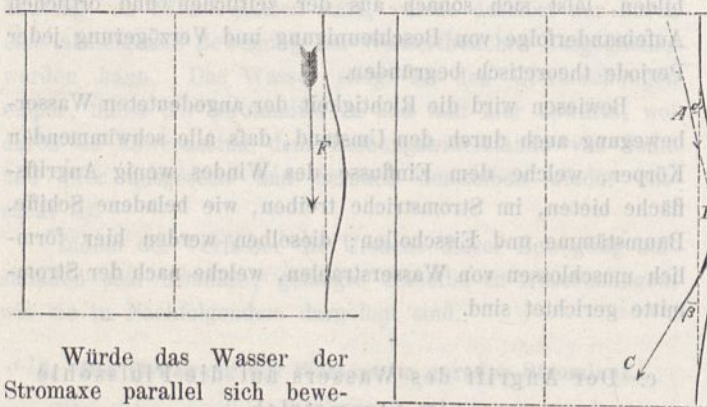
In welcher Weise Stromkrümmungen, Buhnen, Buchten und Sandbänke den Stromstrich, oder vielmehr die Lage des niedersteigenden Astes der Spiralbewegung beeinflussen, kann natürlich nur durch eingehende, praktische Untersuchungen gefunden werden, doch lassen sich einige hierauf bezügliche Punkte, wie nachfolgend versucht wird, auch im Allgemeinen besprechen.

b. Tendenz zur Bildung einer Serpentine.

Befindet sich im Strom eine natürliche Ausbuchtung der Ufer, oder ist eine solche durch allzuweit entfernt von einander stehende Buhnen gebildet, dann ist Veranlassung zur Ausbildung einer Serpentine gegeben.

Fig. 6.

Fig. 7.



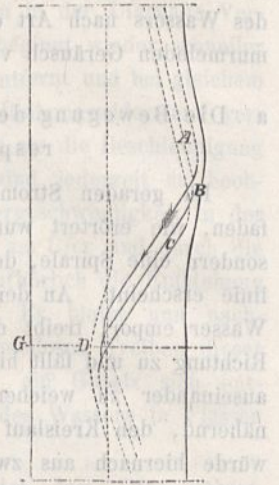
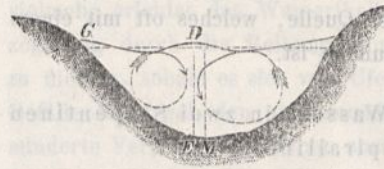
Würde das Wasser der Stromaxe parallel sich bewegen, dann wäre der Einfluß der Ausbuchtung gering, weil in der Fläche *F* (Fig. 6) dann das Wasser an der allgemeinen Bewegung kaum Antheil nehmen würde. Nun aber fließt dasselbe ja schon im geraden Laufe in einer Spirale und strömt auf dem Boden nach dem Ufer hin, so daß es in die Bucht hineingelangt und bei *B* einen recht lebhaften Anstau bewirkt, welcher einer Erhöhung des Stromspiegels und einem Gefälle von *B* nach *C* entspricht (Fig. 7.) Das Wasser wird also aus der Bucht bei *B* an der Oberfläche unter einem stumpferen Winkel „ β “ ausströmen, als es bei *A* in der Tiefe hineingelangte, womit die Ausbildung einer

verstärkten und zumal unsymmetrischen Spiralbewegung ausgesprochen ist.

Sobald aber erst (Fig. 8 u. 9) durch die Bevorzugung der einen Spirale die Drehbewegung derselben verstärkt

Fig. 8.

Fig. 9.



worden ist, muß die zweite Spirale auf der anderen Flußhälfte, am Orte *D*, eine Einschränkung erleiden, da ihre geringere seitliche, lebendige Kraft gegenüber der andrängenden Wassermasse *BC* ein Vordringen bis zur Strommitte nicht erreichen kann. Bei *D* bildet sich sonach die in Fig. 8 gezeichnete Wasserbewegung aus. Vor dem Bestehen der Bucht fand in *M* die stärkste Auswaschung des Flußbettes statt, der Boden wurde zu gleichen Theilen nach links und rechts vertheilt, da die Wasserbahnen derzeit am Boden links und rechts der Mittellinie symmetrisch auseinander gingen. Seit dem Bestehen der Bucht wird aber in *M* eine Wasserbewegung auf der Flußsohle von links nach rechts, zugleich eine Wanderung des Bodens von *E* nach *M*, somit theilweise Anfüllung des Flußbettes in *M* und verstärkte Auswaschung bei *E* entstehen und eine Verlegung der Strommitte von *M* nach *E* stattfinden. Die nun steilere Böschung *EG* kann einen Abbruch des Ufers bei *G* bewirken und eine stets wachsende Verschiebung der Mittellinie des ganzen Flußprofils von *M* nach *D—E* zur Folge haben.

Für den praktischen Flußbau dürfte der Einfluß jeder Profiländerung in der Weise zu untersuchen sein, daß man für eine längere Stromstrecke Nachforschungen betreffs derjenigen Umstände anstellt, durch welche die vorhandenen Stromausbildungen entstanden sind.

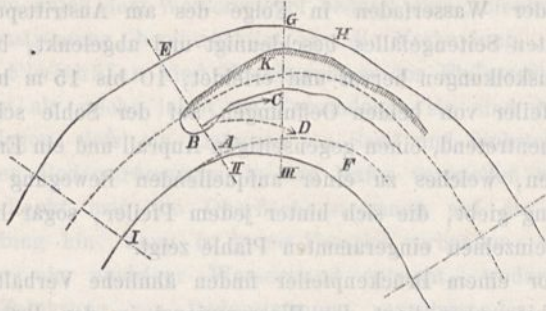
c. Die weitere Ausbildung der Serpentine.

Hat sich durch die Auskolkung bei *E*, Fig. 8, eine schwache Krümmung des Flußbettes gebildet, dann verstärkt sich dieselbe, indem am concaven Ufer erneuerter Abbruch zu befürchten ist, während am convexen Ufer Verlandung beginnt, wobei der folgende Vorgang stattfindet, welcher in ähnlicher Weise von Professor James Thomson an der Universität Glasgow erklärt worden ist. (Engineer Seite 233, 26. September 1879.)

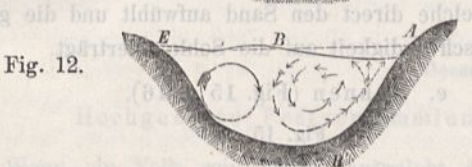
1) Die gesammte Gefälldifferenz des Flusses ist auf der äußeren und inneren Ufercurve (Fig. 10) die gleiche; da aber über der Fläche *F* am unteren Ende das Wasser leichter austreten kann, als es bei *A* in Folge der tangentialen Wasserbewegung einzutreten vermag, so communicirt der Wasserspiegel *F* zumal mit dem Unterwasser, weshalb das Gefälle sich bei *B* concentrirt, und hier ein starkes Seitengefälle ausgebildet wird.

2) Zur Ablenkung aus seiner tangentialen Bahn bedarf das Wasser eines Anstaus am concaven Ufer, welchen es

sich durch den Andrang gegen die schrägen Uferböschungen hin vermöge der Centrifugalkraft selber schafft. Die etwa Fig. 10.



entstehenden Profile des Wasserspiegels sind in den Figuren 11 bis 13 gezeichnet.



Der normale Wasserspiegel des Flusses wird an der Krümmung vernichtet, und gelingt es dem Strome nur allmählig, denselben wieder herzustellen; auf dieser Strecke ist daher die spiralförmige Bewegung des Wassers nicht symmetrisch ausgebildet und Stromverwilderung zu befürchten.

Am Punkte A wird sich zunächst, wie bei 1) soeben gezeigt worden, ein besonders starkes Gefälle BA entwickeln, welches jedoch an der Oberfläche nur auf eine mäßige seitliche Ablenkung der Wasserfäden hinwirkt, weil die Centrifugalkraft des an der Oberfläche schnell fließenden Wassers einen Eintritt in die Fläche F verhindert.

Aus der geringeren Wassergeschwindigkeit, welche an der Flußsohle besteht, resultirt aber eine dem Quadrat derselben entsprechend geringere Centrifugalbeschleunigung. Bewegt sich also unter den gegebenen Umständen das Wasser an der Oberfläche in der Curve BC (Fig. 10), so daß sich hier das Seitengefälle und die Centrifugalkraft ausgleichen, dann ist das Wasser auf der Flußsohle gezwungen, in einer viel schärferen Krümmung BD zu fließen. In die Fläche F tritt sonach nur Bodenströmung ein, welche Geschiebe und Sand mit sich führt.

Für die Flußsohle bei B ergibt sich nun aber ein erheblicher Angriff, weil die Begünstigung der spiralförmigen Bewegung in der Strommitte verstärkt und die Sohle mit Wassermassen in Berührung gebracht wird, welche kurz vorher näher der Oberfläche eine größere Geschwindigkeit erlangt hatten. Die Auskolkung bei B wird noch bedeutend verstärkt, weil eine Componente des Gefälles bei B, welches senkrecht zur Curve BC steht, auf Beschleunigung der fließenden Bewegung BD der unteren Wasserschichten hinwirkt.

Indem die Strömung den Weg BK zurücklegt, nähert sich dieselbe dem concaven Ufer und bewirkt daselbst einen Stau des Wassers, während das seitliche Gefälle am convexen Ufer weiter stromabwärts abnimmt. In Folge dessen bildet bei G der Wasserspiegel etwa die in Fig. 13 gezeichnete Curve, so daß nun die Spiralbewegung am concaven Ufer allein vorherrscht, der absteigende Wasserstrom also das concave Ufer trifft, hier, an der Böschung abwärts fließend, Sand und Steine löst und an das jenseitige Ufer führt.

Während im geraden Stromlaufe die Drehbewegung der Spiralen eine schwache ist, besteht an der Flußkrümmung eine viel lebhaftere Rotation. Die Auskolkung wird eine Rinne bilden, welche in Folge des Gefälles BA, bei B in der Strommitte resp. etwas nach dem convexen Ufer hin beginnend, sich nun unter Annäherung an das concave Ufer stromabwärts zieht.

Um diese starke Auskolkung bei B zu vermeiden, werden Buhnen oder Parallelwerke am convexen Ufer ausgeführt, von welchen die ersteren den Wasserspiegel über F erhöhen, die letzteren den niedrigen Wasserspiegel über F vom Fluß absperren und somit das Gefälle BA verhüten.

Eine starke Auskolkung bei B bedingt außer der Schädigung der Uferböschungen daselbst auch noch einen Nachtheil für das Flußprofil bei H (Fig. 8). Die gegen das concave Ufer stumpf geneigte Kolkrinne BK leitet den Haupt-Stromlauf gerade gegen das jenseitige Ufer H, während eine Ablenkung desselben erwünscht wäre.

Durch die üblichen Einbauten in der gekrümmten Fläche F wird demnach sowohl der Kolk bei B, als auch der Uferangriff bei H gemindert.

Fig. 14.



Zur Erzeugung eines stabileren Stromstriches wäre es vielleicht für sehr scharfe Krümmungen rathsam, vor Beginn der Flußbiegung eine Ausbuchtung x, wie in Fig. 14 skizziert, anzulegen, deren äußere Begrenzung dem Stromstriche parallel ist, so daß in dieselbe kein Wasser aus der Oberfläche gelangt, sondern nur Bodenströmung. Diese Bucht, welche sich auch durch entfernt von einander stehende Buhnenbauten ersetzen ließe, würde die hier linksseitige Spiral-Bewegung fördern, d. h. die Auskolkung bei K abschwächen und nach der Strommitte hin verschieben (conf. Fig. 9 u. 14).

d. Verlandung des convexen Ufers, d. h. die Wasserbewegung auf der Fläche F (Fig. 10).

Wird die Wasserbewegung auf der Fläche F nicht durch Einbauten gestört, dann bilden die inneren Strahlen des gebogenen Stromlaufes von der Oberfläche bis zu einer gewissen Tiefe einen Abschluß der Fläche F, so daß oben kein Wasser nach F hineinströmen kann; dahingegen treten

auf der Flußsohle die stärker gekrümmten Wasserfäden in die Fläche F ein und führen den Flußsand und das Geschiebe des oberen Flußlaufes und auch die neuen Auskolkungsproducte der concaven Uferstrecke auf die Fläche F hinauf. Da aber die Fläche F die Gestalt eines Hornes besitzt, sich also nach unten verbreitert und wenig Gefälle zeigt, so verlangsamt sich schon aus diesem Grunde die Geschwindigkeit des eingetretenen Wassers, noch mehr aber, weil der Einfluß nur durch einen Streifen von geringer Höhe in der Tiefe stattfindet, während für den Ausfluß des Wassers die ganze Höhe des Profils über dem unteren Ende der Fläche F zur Verfügung steht. Das auf der Flußsohle bei AD eintretende Wasser führt viele Sinkstoffe und Geschiebe mit sich, welche es am unteren Ende der Fläche F ablagert, weil das Wasser mit großer Geschwindigkeit durch einen schmalen Querschnitt in der Tiefe eintritt, emporsteigt und durch ein größeres Profil unterhalb abfließt, somit bedeutende Verzögerung in seiner Geschwindigkeit erleidet.

Die Ueberhöhung des Wasserspiegels in Folge der Centrifugalkraft beträgt nach Grebenau im Rhein bei Maxau*) an der linken, concaven Uferstrecke 0,141 m, bei Basel 0,095 m, bei der oberen Drahtseilfähre daselbst 0,27 m (siehe S. 34). Außerdem erreicht bei Basel der Wasserspiegel des Rheins im Stromstrich die größte Höhe. Jede Differenz in der Gestaltung des Flußbettes muß zu Hebungen und Senkungen des Wasserspiegels führen, denn das abwärts sich bewegende Wasser wird, wie bei einem Wehre, gehoben, sobald es ein weniger tiefes oder schmales Flußbett vorfindet.

Wo sich das Flußprofil erweitert, werden die dem Ufer zunächst fließenden Wassertheilchen sich seitwärts bewegen und den erweiterten Raum ausfüllen. Hierzu ist ein Seitengefälle nöthig, welches sich dadurch ausbildet, daß im oberen Theile der Profil-Erweiterung wenig Wasser eindringt, weil dasselbe vermöge seiner lebendigen Kraft an der Uferbucht vorbeischießt. Nach unten communicirt die Profilerweiterung mit dem Flusse leichter, und kann sich daher am oberen Ufertheil der Profilerweiterung eine Senkung des Wasserspiegels ausbilden, wie sie in der genannten Messung entstanden sein mag. Im Stromstrich steht der Rhein bei Basel 23 mm höher als am concaven Ufer.

Durch Ungleichheiten in den Wasserständen können an mehreren Punkten absteigende Wasserbewegungen entstehen, welche zu Spaltungen des Stromstriches Veranlassung geben; denn wo einmal die absteigende Bewegung des Wassers eingeleitet ist, da überträgt dieselbe die größere Oberflächen-Geschwindigkeit auf die Tiefe und kolk das Flußbett aus. Eine Unregelmäßigkeit in der Uferbildung kann daher stromabwärts Flußverwilderungen erzeugen.

Unterhalb breiter Brückenpfeiler ist die abwärts sinkende Bewegung des Wassers deutlich in den Flußwirbeln zu erkennen, die an den Seiten des als geschlossene Masse aus der Brückenöffnung austretenden Stromes sich zeigen. Es bildet sich hinter dem Pfeiler eine Wasserfläche, die, stromabwärts communicirend, etwas tieferen Wasserspiegel erlangt, als die zwischen den Pfeilern sich durchdrängende Wassermasse besitzt. Vermöge der großen Oberflächen-

Geschwindigkeit breitet sich aber hinter der Brückenöffnung der Strom nicht gleich über das ganze erweiterte Flußprofil aus. Dahingegen wird ein auf der Flußsohle langsamer fließender Wasserfaden in Folge des am Austrittspunkte erwähnten Seitengefalles beschleunigt und abgelenkt, bringt also Auskolkungen hervor und erleidet, 10 bis 15 m hinter dem Pfeiler von beiden Oeffnungen auf der Sohle schräge zusammentretend, einen gegenseitigen Anprall und ein Emporschnellen, welches zu einer aufquellenden Bewegung Veranlassung giebt, die sich hinter jedem Pfeiler, sogar hinter jedem einzelnen eingerammten Pfahle zeigt.

Vor einem Brückenpfeiler finden ähnliche Verhältnisse statt; hier aber liegt der Wasserspiegel in der Brückenöffnung niedriger als vor dem Pfeiler, am linken Ufer der Oder an der Chauseebrücke bei Küstrin z. B. um 20 cm.

Die Gefahr der Auskolkung ist bei Brückenpfeilern also nicht allein durch den Zuwachs an mittlerer Wassergeschwindigkeit durch das verkleinerte Profil bedingt, sondern wesentlich vermehrt durch die schräge abwärts gerichtete Wasserbewegung, welche direct den Sand aufwühlt und die große Oberflächengeschwindigkeit auf die Sohle überträgt.

e. Buhnen (Fig. 15 u. 16).

Fig. 15.

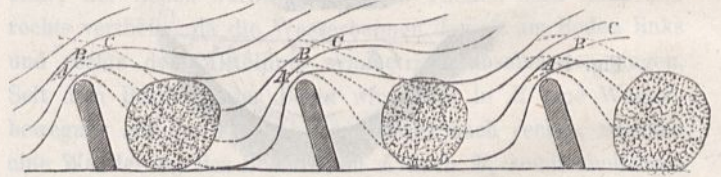


Fig. 16.



Die Buhnen bewirken eine locale, spiralförmige Bewegung des Wassers. Das in die Buhnen-Intervalle auf der Flußsohle eintretende Wasser staut sich vor der unteren Buhne auf und fließt dem Buhnenkopfe zu, woselbst es eine erhebliche Beschleunigung erfährt, da sich hier das Gefälle concentrirt. Das Wasser führt also am Buhnenkopfe eine schräge, nach der Strommitte gerichtete Bewegung aus, vermöge welcher es trotz des Seitengefalles am Buhnenkopfe nicht in den Raum hinter der Buhne treten kann. Auf der Flußsohle bewegen sich dagegen die Wasserfäden weniger schnell und werden also durch jenes Seitengefälle im Sinne desselben beschleunigt und abgelenkt, so daß dieselben vor dem Buhnenkopf den Boden auskolkten und diesen und die mitgeführten Geschiebe hinter die Buhne treiben, woselbst sich die Sinkstoffe absetzen, weil hier genau dieselbe verzögernde Wirkung entsteht, wie auf der hornartig gekrümmten Fläche F in Fig. 10.

Bei den inclinanten Buhnen ist die Curve ABC des stärksten Seitengefalles am bedeutendsten, bietet den Wasserfäden auf der Flußsohle den größten Eintrittsquerschnitt und besitzt stärkere Gefällgegensätze, als bei den declinanten Buhnen, sodaß die Bodenströmung bei den inclinanten Buhnen stärkere Auskolkung vor dem Buhnenkopfe und stärkere Verlandung hinter der Buhne bedingt.

In der Linie ABC findet sich die Auskolkung und hinter der Buhne die Verlandung dort, woselbst die punktirt

*) Grebenau, Internationale Rheinstrom-Messung bei Basel. München 1873. Tafel III, Fig. 4.

angedeutete Bodenströmung emporsteigt und, sich ausbreitend, an Geschwindigkeit verliert.

Die Anwendung von seitlichen Flügeln an den Buhnenköpfen unter dem Wasserspiegel bedingt eine Ablenkung der Bodenströmung, beeinträchtigt also die Verlandung.

Flufshäfen sind Erweiterungen des Flußprofils und leiden als solche leicht an Versandung; sie sind daher so anzulegen, daß ein Eintreten von Sand und Sinkstoffe führenden Bodenströmungen in den Hafen vermieden wird.

Lenkt man die Oberflächenströmung auf die Hafeneinfahrt hin, dann ist keine Ursache vorhanden, daß im Hafen ein niedriger Wasserstand entsteht, wodurch ein die Zuführung von Bodenströmung veranlassendes Seiten-

gefälle somit ausgeschlossen sein würde. Da aber auch der Oberstrom Sinkstoffe mitführt, so ist die Construction der Hafendämme an der Hafeneinfahrt so zu wählen, daß gar keine Strömung in der Hafeneinfahrt entsteht. Man erreicht dieses Endziel, wenn man den Oberstrom so führt, daß er ungezwungen beide Molenköpfe der Hafeneinfahrt berührt.

Eine Ablenkung des Oberstromes nach der Strommitte bedingt ein Eintreten der Sinkstoffe führenden Bodenströmung. Die Anlage der Hafeneinfahrt auf der einer Verlandung ausgesetzten Fläche F (Fig. 10) des convexen Ufers wäre demnach sehr ungünstig.

Max Möller.

Ueber das deutsche Haus.

Vortrag, gehalten zum Schinkelfest im Berliner Architekten-Verein am 13. März 1883

von

C. Schäfer,

Docent an der technischen Hochschule zu Berlin.

Hochgeehrte Festversammlung!

Wenn ein Volk sein Leben ausgelebt hat und vom Schauplatz der Geschichte abtritt, so bleiben, von seinem Dasein Zeugniß zu geben, noch übrig die Werke der Kunst; und beredter fast und gemeinverständlicher, als die Schöpfungen der Poesie erzählen können von dem Geiste verwichener Zeiten, erzählen von ihm die Monumente in Stein und Erz. Und wenn eine Nation zurückblickt auf den eignen Lebenslauf, auf Entwicklungsphasen, die abgeschlossen hinter ihr liegen, so sind es wiederum in erster Reihe die Werke der Bauleute und der Bildner, welche dem Enkel Kunde geben von den Gedanken, die einst die Väter beseelt, vom Gemüth, vom innersten Wesen, von den Idealen der Vorzeit. Nicht weniger vernehmlich ferner, als die Schöpfungsbauten und die Denkmäler ersten Ranges, nicht weniger klar als Gottestempel und Paläste berichten zahlreiche Werke von bescheidenerem Maaß, von bescheidenerer Bestimmung, aber geplant von gleichem Kunstsinne, berichten selbst die bürgerlichen Familienhäuser dieser Vorzeit von Dem, was diese Vorzeit gewesen und was sie gewollt. Und deshalb möge eine jegliche Generation mit Sorgfalt und Liebe hüten in seinem vollen Umfange das künstlerische Vermächtniß der Vergangenenheit.

So reden wir, die Kinder eines reflectirenden Jahrhunderts! Aber es hat Zeiten gegeben, die nicht ganz so dachten, die, im berechtigten oder anfechtbaren Stolze auf das eigene Können, gar nicht auf den Gedanken verfallen sind, in unserer Weise sich einleben zu wollen in Das, was vor ihnen geschaffen worden. Was das Kunstgebiet angeht, so ist historischer Sinn und Gerechtigkeit gegen das Alte eine Errungenschaft erst unserer Periode.

Gilt dies für unser Vaterland und ebenmäßig für die Nachbarvölker, so kommt noch ein besonderer Umstand in Betracht, der lange Zeit gerade den Deutschen in der gerechten Würdigung gerade der deutschen Denkmäler behindern mußte. Wir meinen die vielbeklagte und noch immer nicht überwundene leidenschaftliche Bevorzugung des

Fremden, der Dinge, die „weit her“ sind. Wie wenig fern noch liegen uns die Tage, wo das theure Gut der Muttersprache der größten Mißachtung gerade seitens der tonangebenden Kreise ausgesetzt war, und wo ernste Patrioten voller Trauer ein gänzliches Ab- und Aussterben deutscher Rede glaubten herannahen zu sehen. In diesen Tagen war auch die Baukunst unserer eigenen Vorvergangenheit tief verachtet. Das ist anders geworden. Vor hundert Jahren bekanntlich geschah es, daß sich die Aufmerksamkeit der Besten unseres Volkes jenen nationalen Kunstschöpfungen wieder zuzuwenden begann, die an wahren Werth durch alle Zeit und allen Raum ihres Gleichen suchen. Und seit diesen hundert Jahren hat die Achtung vor der Kunst der Väter und die Liebe zu ihr in immer weiteren Kreisen immer fester Wurzel geschlagen. Doch lag es in der Natur der Verhältnisse begründet, in dem gänzlichen Untergang der Tradition, die nirgend mehr ihre Brücken wölbte über die offene Kluft, wie sie unsere Zeit von der Kunst des Mittelalters und des 16. Jahrhunderts trennte, daß mit der steigenden Achtung und Liebe das wachsende Verständniß keineswegs gleichen Schritt zu halten vermochte. Deß stehen die Zeugen rings um uns herum. Denn als an mancher Stelle das Bedürfniß auftrat, die alten Werke vor materiellem Verfall zu schützen, als anderwärts der achtenswerthe Wunsch rege ward, in harmonischer Weise auszubauen, was, zu abschließender Vollendung zu führen, die Ungunst der Zeitläufte einst verhindert hatte, da liefs sich wahrnehmen, daß es fast überall an künstlerischen Kräften fehlte, welche den gestellten Aufgaben, den Aufgaben des Ausbaus und Restaurirens gewachsen gewesen wären. Und dieser Mangel ist auch heute noch nicht gänzlich überwunden.

Der Begriff der Restauration von Kunstwerken ist etwas Neues, ein Produkt eben historischer Anschauung und der Reflexion. Keine Kunstperiode vor uns hat restaurirt, und keine hat restauriren wollen; wir heute wollen es, ohne, wie schon angedeutet, immer voll Das leisten zu können, was wir wollen.

Die Frage liegt etwas seitab von meinem Gegenstande, doch ist ja stets der Mund übergegangen von dem, wem das Herz vollgewesen; und es drängt mich, die vorhandene Gelegenheit benutzend, vor dieser hochansehnlichen und einflussreichen Versammlung mit einigen Worten wenigstens diese wichtigen Dinge zu streifen, und der Meinung Ausdruck zu geben, die nicht bloß meine Meinung ist, daß selbst heut zu Tage noch das praktische Verständniß für alte deutsche Kunst, unter der ich immer die Kunst zunächst des Mittelalters und der Renaissance verstehe, vielerorts kein ganz ausreichendes ist, und daß die glücklich auf uns geretteten Monumente in vielen Fällen noch unter den beliebten und in Mode gekommenen Restaurationen mehr oder weniger leiden. Wenn man vor wenig Jahren noch die Restauration eines gothischen Domes damit begann, daß man das schöne frühgothische Schiff dieses Domes dem Abbruch weihte, und an seiner Stelle des stylistischen Einklangs mit den übrigen Bautheilen wegen einen neuen Bau errichtete, so wird ein solches Verfahren gewiß als ein wenig glückliches bezeichnet werden dürfen. Wenn noch später es geschah, daß von den Dächern einer andern deutschen Domkirche die sechs Jahrhundert alte ehrwürdige und mit dem sonstigen Charakter des Gebäudes am besten zusammengehende Bleibedachung ohne sichtbaren Grund abgenommen und eine neue Decke von moderner Gattung aufgebracht ward, so ist auch der hierin sich aussprechende „Baugedanke“ kein sehr anheimelnder. Und kaum zum Nutzen gereicht es auch so manchem dieser Werke, daß oft gerade der wichtigste Theil einer solchen Restaurationsarbeit, die Ausführung, das Technische, das Detail ganz in den Händen von Künstlern liegt, denen es noch an Specialerfahrungen fehlt und die an dem betreffenden Monument selbst mitunter ihre ersten Stylstudien vornehmen. Sobald an diese Werke Hand angelegt wird, ist die Verantwortung eine sehr große.

Viel später, als den Monumentalbauten, hat sich damals das Interesse der Künstler und das öffentliche Interesse jenen scheinbar untergeordneten Schöpfungen des Kunstgeistes zugewandt, wie wir sie in den Wohnhaus-Architekturen erblicken. Die Antheilnahme ist auf diesem Gebiete auch nie eine so allgemeine geworden; die Sorge, wenigstens für die Conservirung im großen Ganzen, die sich betreffs der Monumentalbauten doch allermeist constatiren läßt, kennt man hier weniger. Das hat seine natürlichen Gründe. Auch die kunstmäßigen Wohnhäuser im gothischen und im Renaissancestyl sind eben Wohnhäuser, und als solche mit wenig Ausnahmen im Privatbesitz. Haben schon die sich ändernden Lebensgewohnheiten, vermehrtes und vermindertes Wohnbedürfniß, die häufigen Besitzwechsel im Laufe der Zeiten das Ihrige gethan zur Herbeiführung von oft eingreifenden Umbildungen in der Gesamtdisposition, in der inneren und äusseren Erscheinung dieser Bauten, haben die letzteren in noch weit zahlreicheren Fällen solchen Momenten gegenüber und den Rücksichten des Verkehrs gegenüber ihren gänzlichen Untergang gefunden, so sind sie gleicherweise, unter den gleichen Einflüssen, noch heute täglich jeglicher Art von Gefahr ausgesetzt. Bei den häufigen Umgestaltungen können nicht immer künstlerische oder gar archäologische Erwägungen den Ausschlag geben. Hier herrscht oft unbedingt die Nutzfrage, die Finanzfrage. Und wer wird unter Umständen selbst den Abbruch seines mög-

licher Weise kunstschnen Hauses dem schlichten Bürger verübeln können, wenn er, sein Leben anders lebend wie Ahn und Urahn, sich in diesem Hause nicht mehr wohl fühlt. Trotz alledem aber verdient — das brauche ich in diesem Kreise nicht zu betonen — auch die häusliche Architektur der Periode, von der wir reden, Beachtung und Studium in reichstem Maasse. Nicht nur, weil in ihr die gleichen großen Grundsätze künstlerischer Gestaltung zum Ausdruck gelangen, wie in den Kirchenbauten, von der Kathedrale bis zur dörflichen Capelle herab, wie in der Architektur der Schlösser, der Paläste und Rathhäuser, nicht nur wegen des besonderen Reizes, den gerade die kunstgerechte Lösung der kleineren Aufgabe naturgemäß oft in sich trägt, nicht nur wegen des lehrreichen Apparates, mit dem die Construction hier zu operiren pflegt, sondern vor allem auch, weil im Hausbau Volksart und Volkssitte im engern Sinn am unverblümtesten sich ausspricht, in einer Weise, welche ganz direct an Pietät und sinnige Betrachtung appellirt.

Das deutsche Haus ist das eigentliche Thema unserer heutigen Unterhaltung. Dieses Haus, ein specifisch nationales, echt germanisches Gebilde, ist ein hölzernes Haus, und Holz das charakteristische und in der Urzeit das einzige Baumaterial unserer Vorfahren. Es braucht hier nicht wiederholt zu werden, was die Geschichtsquellen über diesen Punkt beibringen, nicht noch einmal darauf hingewiesen zu werden, daß von den noch heute üblichen bautechnischen Ausdrücken nur diejenigen ursprünglich deutsch sind, welche das Holz und seine Verarbeitung betreffen, während die Namen für die Materialien und die Handtirungen des Maurers auf das Lateinische zurückgehen.

Die früheste Geschichte unseres Hausbaues ist dunkel. Kaum mit einiger Wahrscheinlichkeit läßt sich feststellen, in welchem Moment die einzelnen Stämme dazu gelangt sind, stabile Wohnstätten zu besitzen. Diejenigen Landstriche, in denen, dem Berichte Cäsars zufolge, die Ackervertheilung jährlich erneuert wurde, damit das Wohnhaus nicht fest an seiner Stelle haften sollte, haben sichtlich zu beregter Zeit einen Hausbau im eigentlichen Sinne gar nicht besessen. Im Süden des deutschen Landes, den Tacitus aus Anschauung gekannt zu haben scheint, müssen aber, als er die „Germania“ schrieb, die Wohnstätten fest gegründet gewesen sein. Der Einfluß, den indess auch hier der Trübel der großen Wanderungen und Stammeskämpfe auf die Wohnverhältnisse äußern mußte, entzieht sich unserer Kenntniß. Selbst in einem Landstrich, wo, wie in Hessen, die Bevölkerung mit verhältnißmäßig so großer Zähigkeit durch die sturmvolten Jahrhunderte hindurch ihre angestammten Sitze vertheidigt, scheinen um die Mitte des ersten Jahrtausends viele Niederlassungen wieder Wanderdörfer zu sein, die keine fest fundirten Häuser haben können, sondern nur transportable Hütten und Baracken.

Wir müssen es im Ganzen dahingestellt sein lassen; ob bestimmte Formen eines festen Hausbaues die Germanen etwa schon aus dem Osten nach Deutschland mitgebracht haben, wie weit in diesem Lande bereits vor der Völkerwanderung die Culturstufe des stabilen Hauses eine allgemeine war, zu welchem Zeitpunkt durchgängig feste Wohnstätten vorhanden waren, und welches das früheste Aussehen derselben gewesen ist. Doch lassen sich über den letzteren

Punkt bis zu einem gewissen Grade leidlich zu begründende Vermuthungen aufstellen.

Wollen wir versuchen, uns ein Bild von dem ursprünglichen Gepräge des Hauses zu verschaffen, so sind wir genöthigt, die noch heute vorfindlichen Typen bei unserer Betrachtung zu Rathe zu ziehen. Diese sind aber von zweierlei Art, indem wir zwischen ländlichen und städtischen, zwischen Bauern- und Bürgerhäusern unterscheiden müssen. Aber es ist sofort mit Sicherheit das Bauernhaus als das für die Frage wichtigere, weil der Form nach ursprünglichere, zu bezeichnen, denn zu Anfang gab es unter den Germanen nur Bauern und nicht Bürger, und als man Städte zu bauen begann, diente dem Stadthause das Bauernhaus der Nachbarschaft als Vorbild; abgesehen vorläufig vom Einfluß der Römerstädte. Wo im zehnten, elften, zwölften Jahrhundert im inneren Deutschland sich nächst einer Grenz- oder Landesfeste, einer bischöflichen oder Herrenburg die Ansätze eines städtischen Gemeinwesens bildeten, waren die Anziehenden im wesentlichen Ackerbauer der Umgebung, die keineswegs sich mit einem Male in Gewerbetreibende und Handelsherren verwandelten, sondern der Mehrzahl nach das wurden, was wir jetzund Ackerbürger nennen. Ihre Nahrung blieb die Landwirthschaft und ihr Haus zunächst das altgewohnte Bauernhaus. Wo andererseits, nachdem die großen Wanderungen zur Ruhe gelangt, Germanen die einst von den Römern angelegten Städte besiedelt hatten, konnte zwar die fremde, römische Form des Hausbaues die nationale Sitte alteriren, jedoch vermögen sich die fremden Einflüsse sichtbarlich nur unter großen Schwierigkeiten auszubreiten und werden in vielen Beziehungen durch die germanische Bauerngewohnheit bald wieder zurückgedämmt. Am meisten Einfluß gewinnt die Römertradition in der Materialfrage. In den betreffenden altcolonisirten Ländern des Südens und Westens ist durch das ganze Mittelalter hindurch der Steinbau in der Lage, der Holztechnik eine gewisse Concurrenz zu machen. In den inneren Theilen des Landes bleiben dagegen Steinhäuser bis zum 16. Jahrhundert hin vereinzelt Ausnahmen, so daß selbst in dem so nahe beim Rhein gelegenen Frankfurt ein etwa 1460 erbautes Haus den ausdrücklichen Namen „steinernes Haus“ bekommt. Es ist der noch vorhandene stattliche Bau am „alten Markt“, von dessen Ecke vor kurzem der Besitzer den herrlichen Figurenbaldachin herabschlug.

Die ältesten erhaltenen Bauernhäuser sind nicht über 300 Jahre alt, weisen aber bereits dieselben Verschiedenheiten der Landes- oder Stammesstyle auf, wie die modernen. Dieser Stammesstyle sind es viele. Ich glaube jedoch, daß sich diese Style nach Eliminirung alles minder Wesentlichen zunächst auf zwei Hauptstyltypen zurückführen lassen, von denen wieder einer die Kennzeichen des höchsten Alters an sich trägt.¹⁾ Die betreffenden beiden Typen sind uns unter dem Namen des sächsischen und des fränkischen Bauernhauses bekannt. Das sächsische Haus, Menschen, Thiere und die Vorräthe an Getreide und Futter gleichzeitig unter seinem einheitlichen Dache bergend, legt bei der Haupttheilung seines Innenraumes die Längsrichtung zu Grunde. Anders das fränkische, welches für das Vieh und

die Erzeugnisse noch andere Gebäude neben sich stehen hat, und welches in seinem Inneren die Quertheilung aufweist. Das sächsische Haus, schon, soweit wir es überhaupt zurückverfolgen können, auf niederdeutsches Gebiet beschränkt, ist gegenwärtig im Rückzuge begriffen, der fränkische Typus dagegen seit lange in unaufhaltsamem Vordringen.

Wenn es einmal eine Zeit gegeben hat, in welcher die deutschen Stämme, auf der asiatisch-europäischen Reise begriffen, oder bereits in den schließlichen Wohnsitzen vertheilt, eine gemeinsame Hausform besaßen, so muß man vermuthen, daß dieselbe im Princip mit dem Gedanken des sächsischen Bauernhauses übereinstimmte. Denn die Idee des Zusammenfassens von Wohnung, Stall, Scheune etc. in einem einzigen Hause ist eine durchaus primitive Idee; die eigenartige Längstheilung dieses Hauses, d. h. seine Hallenconstruction auf Reihen von Säulen, trägt das Gepräge des höchsten Alterthums. Geben wir eine Darstellung von der auf die einfachsten Elemente zurückgeführten Erscheinung dieser Häuser! Es ist mit vier Wänden ein großes längliches Viereck eingefast, dessen Decke aus parallel neben einander gelegten Balken besteht, die zugleich dem mächtigen Satteldach als Verspannung dienen. Die Balken liegen nach der kürzeren Richtung des Hauses, der Breite nach. Mit ihrem Querschnitt über ein gewisses, mittleres Stärkenmaas hinauszugehen, ist unbequem und undurchführbar. Bei solcher Stärke aber sind sie vor Durchbiegung nicht gesichert. Es werden der Länge nach Unterzüge untergelegt und diese durch Reihen von Holzsäulen gestützt, die den Hausraum in parallele Schiffe theilen. Den practicablen Abmessungen des Hauses und der Art, wie es benutzt werden soll, entspricht am besten die Theilung in drei Schiffe. Das breitere Mittelschiff bildet die Dreschdiele und dient dem Tagestreiben der menschlichen Bewohner, in den Seitenschiffen sind die Thiere untergebracht und Schlafstätten für die Menschen abgeschlagen, in den Dachräumen lagert das Getreide und Heu. Die Wände dieses Hauses bestehen dem Gerippe nach aus einem hölzernen Fachwerk. Die Wandgefache sind auf Zaungeflecht mit Lehm ausgefüllt. Das Dach ist mit Stroh gedeckt.

So ist dies Haus der Sachsen beschaffen, nicht in der Wirklichkeit, in den Repräsentanten, die uns auf einer Wanderung im Nordwesten des Vaterlandes hier und da in reicher Zahl noch begegnen, sondern so gestaltet es sich, wenn unsere Phantasie dieses Haus auf einen denkbar einfachsten Bestand zurückführt, auf eine Urform, wie sie einer Urzeit, den Anfängen der Cultur entspricht, Zuständen, welche auf dem Gebiete des Hausbaues nur das Nächstste erst hervorzurufen vermochten. Es ist nur eine ideale Reconstruction, die ich vorgeführt habe, eine Hypothese, für die striete Beweise nicht herbeizuschaffen sind, denn zu wenig ist es, was wir wirklich wissen von dem Leben unserer Altvordern in jenen „weit rückwärts in der Zeiten Hintergrunde liegenden Tagen.“

Wie wir das westphälische und hannöversche Bauernhaus thatsächlich vor uns sehen, hat es, verglichen mit dieser Urform, schon einige Veränderungen durchgemacht. An der hinteren Schmal- und Giebelseite — das Haus hat ein Vorn und Hinten, welch' ersteres durch die zur Diele führende Thoreinfahrt im anderen Giebel ausgesprochen wird — erstreckt sich heutzutage über die ganze Hausbreite hin ein

1) Vergl. jedoch die abweichende Auffassung bei H. Meitzen, „Das deutsche Haus“, und R. Henning, „Das deutsche Haus“.

durch eine Wand abgeschiedener Wohnraum, der in drei Stuben bezw. Kammern zerfällt;²⁾ vor der erwähnten Querwand aber erweitert sich der freie Raum der Diele bis an die äußeren Langwände des Hauses. Der solchergestalt den Wohnräumen am Giebel vorgelegte, von den Langwänden her durch Fenster beleuchtete, durch Thüren zugänglich gemachte flurartige Raum mit dem niedrigen Herde heißt noch heute der oder das „Fleet“, wie er diesen Namen gleicherweise schon zur Zeit des sächsischen Dichters führte, als derselbe sein Lied vom Heiland niederschrieb.³⁾ Ein gut Stück Leben der bauerlichen Familie spielt sich ab hier auf dem Fleet, wo bereits Herodes die Weisen des Morgenlandes in Audienz empfing, nach der Anschauungsweise jenes Dichters, dem die Apostel zu deutschen Herzögen werden, der Sohn Gottes zum mächtigen, milden deutschen Volkskönig wird, das orientalische Fürstenschloß zur Holzgezimmerten Wohnstätte der Heimath. Auf dem „Fleet“ ist der niedrige Herd erbaut, der altgeheiligte Mittelpunkt des Hauses. Nach ihm hin gehen auch die Bettschränke der Familie. Eine weitere Vervollkommnung, verglichen mit dem von uns erstgeschilderten primitiven Bestand, bilden die oberen Gelasse, die sowohl über den Wohnräumen des Giebels, wie über den Seitenschiffen des Vorderhauses durch in Halbhöhe und höher eingezogene Balkenlagen entstehen. Diese Oberräume sind nur selten zu einem voll viereckigen Querschnitt entwickelt, indem die Dachschräge meist in ihr Profil herunterreicht. Sie dienen zum Theil als Schlafgelass der Knechte und Mägde. Dann gehen auch die Dachbalken nicht mehr über die ganze Hausbreite durch. Mit diesen Abweichungen von einem Idealplan, so einfach und urwüchsig, wie er nur erdacht werden kann, ist aber das Bild der uns in greifbaren Beispielen überlieferten Hausform vollendet, das Bild des echt patriarchalischen, höchst zweckmäßig disponirten Bauernhauses, welches den patriotischen Moeser zu der schönen Schilderung anregte, die, manchmal wiederholt, auch hier im Auszug noch einmal ihre Stelle finden möge:

„Der Herd ist fast in der Mitte des Hauses, und so angelegt, daß die Frau, welche bei demselben sitzt, zu gleicher Zeit Alles übersehen kann. Ein so großer und bequemer Gesichtspunkt ist in keiner anderen Art von Gebäuden. Ohne von ihrem Stuhle aufzustehen, übersieht die Wirthin zu gleicher Zeit drei Thüren, dank denen, die hereinkommen, heißt solche bei sich niederzusetzen, behält ihre Kinder und Gesinde, ihre Pferde und Kühe im Auge, hütet Keller, Boden und Kammer, spinnet immerfort und kocht dabei. Ihre Schlafstelle ist hinter diesem Feuer, und sie behält aus derselben eben diese große Aussicht, sieht ihr Gesinde zur Arbeit aufstehen und sich niederlegen, das Feuer anbrennen und verlöschen und alle Thüren auf- und zugehen, hört ihr Vieh fressen und die Weberin schlagen, und beobachtet wiederum Keller, Boden und Kammer.“

„Wer den Herd der Feuersgefahr halber von der Aussicht auf die Diele absondert, beraubt sich unendlicher Vortheile. Er kann sodann nicht sehen, was der Knecht

2) Meitzen, „Der Boden etc. des Preussischen Staates“, zeichnet u. A. einen Grundriß ohne die Hinterstuben, ohne Angabe der Herkunft. Mir ist das Haus auf dieser primitiven Stufe der Entwicklung nirgends aufgestoßen.

3) S. den schönen Aufsatz v. Bezold's in der Allgemeinen Bauzeitung.

schneidet und die Magd füttert. Er hört die Stimme seines Viehes nicht mehr. Die Einfahrt wird ein Schleichloch des Gesindes, seine ganze Aussicht vom Stuhle hinterm Rad, am Feuer geht verloren, und wer vollends seine Pferde in einem besonderen Stalle, seine Kühe in einem andern und seine Schweine in einem dritten hat, und in einem eigenen Gebäude drischt, der hat zehnmal so viel Wände und Dächer zu unterhalten, und muß den ganzen Tag mit Besichtigung und Aufsicht haben zubringen.“

Von diesem ländlichen Hause der sächsischen Gegenden, wie bereits angedeutet, ursprünglich vielleicht das Haus der sämtlichen Germanen, ist manches mittelalterliche Stadthaus, besonders in Norddeutschland, aber auch in den mittleren Gegenden und im Süden, eine directe Ableitung.

Ein solches Stadthaus steht nicht mehr isolirt und durch weiten Raum vom Nachbar getrennt, wie das des Bauern, sondern Wand an Wand, oder doch nur durch schmale Traufgänschen geschieden, reihen sich die Wohnungen der Bürger längs enger Strafsen aneinander in den durch Festungsmauern eingeschnürten Wohnplätzen. Ich setze den Fall eines Handwerker-, eines Kaufmannshauses, aus dem die Viehzucht verbannt ist. Die langgestreckte Bauerndiele hat sich zu der über etwa quadratischer Grundform aufgebauten Halle verkürzt, denn die ausgedehnten, rechts und links belegenen Stallungen sind unnöthig geworden. Dagegen legen sich statt ihrer zwei Stuben dem Mittelraume an. Die rückwärts belegenen Wohnräume haben ihre Anordnung behalten, die Erweiterung aber, welche die Diele, jetzt Halle, vor diesen Hinterräumen erfuhr und welche den „Fleet“ herstellte, ist weggefallen, weil eine seitliche Beleuchtung hier wegen der Nachbarhäuser nicht möglich und wegen der geringen Tiefe der Halle, von der Strafe aus gerechnet, nicht nöthig ist. Die alten Oberräume sind wiederum vorhanden, die ganze Fläche des Hauses ist zweigeschossig, bis auf die Halle, welche als einheitlicher Raum durch die beiden Geschosse hindurchreicht, genau wie dies ehemals mit der Diele der Fall gewesen.⁴⁾ Wo in der Bauernwirtschaft eine schmale steile Stiege und stellenweis bewegliche Leitern genügen, um die Communication nach Oben zu ermöglichen, schwingt sich hier im Raum der Halle eine stattliche Treppe hinauf, zu einer vorgekragten Gallerie, welche an zweien oder dreien der Wände entlangzieht und für das Obergeschoss den Corridor abgiebt. Im hohen Raume des steilen Daches lagert ein Speichergeschoss über dem anderen. Auch in diesem stolzeren Bauwerk noch ist das ganze Raum-Innere bis unter die Dachbalken, der Constructionsweise nach, ein Ganzes. Nicht die Innenwände, sondern je zwei schwere Unterzüge stützen die Balkenlagen und werden ihrerseits von zwei Reihen gewaltiger Holzpfiler mit Kopfbändern und Sattelhölzern getragen. Was innere Wand heißt, stellt sich als unbelastete, gewissermaßen verschiebbare bloße Abscheidung dar, oftmals wirklich nur mit Jagdzapfen an Ständern und Riegeln nach vollendetem Aufbau in die Construction des Hauses eingesetzt.

Neben diesem besonders interessanten Typus stehen dann freilich andererseits alte Stadthäuser da, deren Disposition das in letzter Linie zu Grunde liegende Vorbild nicht mehr so klar erkennen läßt. Vielleicht hat das Bedürfnis

4) Vergl. hierzu v. Bezold, a. a. O.

der Raumvermehrung dazu geführt, der Höhe nach zwischen der Halle nebst den in zwei Geschossen sie umgebenden Wohngelassen einerseits, und dem Dachraum andererseits ein oder sogar zwei vollständige Stockwerke von Sälen, Stuben und Kammern einzuschieben. Vielleicht zeigt sich das gesteigerte Raumbedürfnis dadurch befriedigt, daß die charakteristische, doppelhohe Anlage der Halle aufgegeben und die Geschosstheilung durch sie durchgeführt worden ist. Vielleicht schloßen sich nach rückwärts Hintergebäude, vielfach mit offenen Gallerien statt geschlossener Corridore, vielleicht ein besonderer Treppenturm dem Vorderhause an.

In diesen Modificationen wird theilweis der Einfluß der, frühzeitig schon von Adelsgeschlechtern in den Städten aufgeführten Herrnhäuser, deren Anlage von vorn herein eigenen Gesetzen folgt, sichtbar. Sie besonders liefern auch das veranlassende Vorbild für einzelne bürgerliche Ausführungen in Stein. Regel indess bleibt, wie schon gesagt, für das mittelalterliche Bürgerhaus der Holzbau.

Die zahlreichen Stadtbrände haben es bewirkt, daß städtische Holzhäuser sehr alten Datums eben so wenig erhalten geblieben sind, als sehr alte Bauernhäuser. Doch reichen die städtischen Beispiele um mehr als ein Jahrhundert höher hinauf wie die ländlichen. Nicht stichhaltig erscheint es bei näherer Prüfung, wenn in der Literatur über diesen Gegenstand gewisse in unsere Zeit hinüber gerettete Fachwerksbauten dem 13. oder gar dem 12. Jahrhundert zugeschrieben werden. Der Wahrheit entspricht es besser, zu erklären, daß solche Holzconstructions aus älterer Zeit als dem 14. Jahrhundert nicht auf uns gekommen sind und selbst aus diesem nur spärliche Bruchstücke von Constructions. Ganze Häuser und Hausfassaden giebt es erst aus dem 15. Jahrhundert und erst aus dem 16. sind sie zahlreicher vorhanden.

Nach den erwähnten ältesten Bruchstücken zu urtheilen, muß man sich die Holzarchitektur der Frühzeit, von etwa 1400 ab aufwärts, als recht einfach in der ganzen Erscheinung, als wenig geschmückt vorstellen, ähnlich, wie ja auch die Steinfassaden dieser Zeiten immer zwar durch ein gutes Verhältniß zwischen Fläche und Oeffnung und durch die zierliche Detaillirung der Fensterarchitektur die beste Wirkung erzielen, dabei in der Gesamthaltung aber stets eine große Einfachheit wahren. Auf den ersten Blick vielleicht verwunderlich, wenn man neben solcher Schlichtheit der Privatarchitektur den Reichthum der Ausstattung der Gotteshäuser in Betracht zieht, aber doch ganz angemessen dem Sinne der Zeit. Hatte ja auch der Grieche in der besseren Periode seiner Geschichte sich bei aller Pracht der Tempelarchitektur mit nur sehr schlichter Durchführung des Wohnhauses begnügt.

Schon in dieser Frühzeit herrscht das Ueberbauen, d. h. das Vorkragen des Obergeschosses auf den über die Flucht des Untergeschosses herauschießenden Köpfen der Deckenbalken. Diese Bauart ist es, welche dem Umriss des Hauses seine besondere Charakteristik und eine große Energie verleiht. Beweggrund war der Wunsch, der Knappheit der Baustellen in diesen eingeengten Quartieren wenigstens oben in der Luft noch nachzuhelfen und die Fläche der Stuben auf eine wenig kostspielige Weise zu vergrößern. Die statischen Vortheile der Construction wurden ungesucht mit in den Kauf genommen. Das Ueberbauen und die Folge

davon, die Verdunkelung der ohnedies engen Strafsen dieser Festungsstädte, war von Anbeginn her der Anlaß vieler Klagen und Zwistigkeiten, und mehrfach traten die Behörden mit beschränkenden Bestimmungen auf. Der Einzelne pflegte freilich auch so rücksichtslos vorzugehen, und der Strafsenraum zwischen den obersten Stockwerken gegenüberstehender Häuser schrumpfte in einzelnen Fällen derart auf ein Minimum zusammen, daß beispielsweise Anno 1308 bei städtischen Kämpfen in Zürich die Streitenden von Fenster zu Fenster über die Gasse hinüberzuspringen vermochten. Wo die Wände nicht überbauen, also seitwärts gegen den Nachbar hin, im Innern des Hauses, wohl auch in einer Art verdoppelter Strafsenwand, erhält sich ein interessantes und sehr alterthümliches Constructionsmotiv. Schon im vorbesprochenen Bauernhause ist es enthalten. Denn wenn bei diesem beiderseits die Decken zwischen den Stallräumen und den über ihnen gelegenen Gelassen an die Außenwände zwar herangehen, sind die Balken dieser Zwischendecken doch einfach auf Riegel aufgelegt oder von Innen in die Wandständer eingezapft; die letzteren haben also doppelte, oder, da der Oberstock ein Kniestock ist, anderthalbfache Geschosshöhe. Wie ich bei minder festlicher Gelegenheit in diesem Hause auszuführen mir gestattete,⁵⁾ schloßen auch bei den Stadthäusern des 14. Jahrhunderts die starken Ständer einer primären, einer Hauptconstruction durch alle Geschosse auf, von der Grundmauer bis empor zu den Dachbalken.

In der Folgezeit des 15. Jahrhunderts findet sich diese eigenthümliche Anordnung in reducirtem Umfange wohl auch noch vor, indem die Ständer des Parterres sämmtlich oder doch auf einem Theil der Façade noch in dem nächstübergelegenen Geschos durchgehen. Dies wird veranlaßt durch die Anlage der ebenfalls diese beiden Geschosse durchdringenden Halle. Im Allgemeinen aber hat sich jetzt das Princip des Abbindens der Wände in einzelnen Etagenhöhen überall Bahn gebrochen. Jede Etagenwand wird nach Unten durch ihre Schwelle, oben durch den Rahmen abgeschlossen. Zwischen dem Rahmen der Unter- und der Schwelle der Oberwand bildet die Reihe der durch Consolen gestützten Balkenköpfe eine kraftvolle Ausladung. Die Decoration bereichert sich in dieser Zeit. Balkenköpfe und Consolen sind gestochen, oft mit Ornament, oft figürlich geschmückt, die Schwellen sind profilirt, ausgegründet und gestochen, tragen Bänder von Maafswerk, Laubwerk oder ornamental verwerthete Schriftzeilen. Die leeren Weiten zwischen den Balkenköpfen werden durch schräg eingesetzte, reich ornamentirte Füllbretter geschlossen. Die Fenster, einzeln stehend, oder zu Gruppen vereinigt, schmücken sich mit Kantenprofilen und variiren mannigfach das Motiv der ausgeschweiften Sturze. Ein durchlaufendes Bankgesims ist ihre Basis. Die Wandverstreben ordnen sich nach zierlichen Mustern. Im Erdgeschos öffnet sich die Bogenthür mit ihrem mehr oder weniger reich gestochenen Gewände, neben ihr vollenden vielleicht die mächtigen Auslageöffnungen der Verkaufsläden oder Werkstätten die Durchbrechung der Façade. Giebel an Giebel reihen sich diese stolzen Eichenconstructions, ausnahmsweise nur legt die Localsitte die Traufe längs der

5) Geschah in einem Vortrage im Architekten-Vereine, betreffend ein in Marburg an der Lahn kürzlich zum Abbruche gelangtes Haus, welches das einzige mir bekannt gewordne Beispiel eines in Holz durchgeführten vollständigen Bauwerkes aus dem 14. Jahrhundert war.

Straße an. Von den Spitzen der hohen Giebel winken die Fahnen herunter und von den Helmen der zierlichen thurmartigen Erker. Was Holzwerk ist, zeigt den fröhlichen Schmuck der Farbe; als Grundlage dieser polychromen Ausstattung läuft ein lebhaftes Roth durch ganze Reihen von Façaden. Die Gefache gefallen sich, hier in den wechselnden Mustern, wie sie der Ziegelverband an die Hand giebt, dort in der Phantastik einer aufgemalten oder in den Kalkputz einmodellirten Fülle von Ornamenten. Auch was die Innenräume angeht, faßt Kunst und bereits auch Reichthum Boden. Gestochene Kanten an den sichtbar belassenen Balken beleben die Decken, ein Musterwerk aus Fliesen den Estrich, Täfelung und Farbe die Wand. Die Verglasung der Fenster ist eine kunstmäßige, die Ausstattung von Thür und Thürbeschlag, von Gallerie und Treppe, von Bank, Lade, Schrein, Tisch, Bettstatt und Ofen nicht weniger. „Was kann reizender sein, als das Bild einer Stadt des Mittelalters? Künste, die nur Reichthum ernährt, zogen herbei, kunstreiche Kirchen und öffentliche Gebäude stiegen auf in den sichernden Mauern, grün bepflanzte Plätze erheitern die zutraulichen Wohnungen, und darinnen ein arbeitsames, reges Schaffen, neben aller Lust in Spiel, Scherz, Tanz und Kriegsübungen. Eines gegründeten Reichthums sich bewußt, gingen die schön gekleideten Bürger daher, stolz auf ihre Freiheit, tapfer sie vertheidigend gegen jede Anmaafung, großmüthig in Geschenken, ehrbar und streng in ihrer Familie und fromm vor Gott.“ Worte unseres Jacob Grimm.

Mit dem Hereindringen antikisierender Formen, in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, treten Modificationen ein, die jedoch zunächst nur das kleine Detail berühren. Grundrifs, Constructionen und Gesamtaufbau des Hauses, welches vor allem auch sein steiles Giebeldach sich wahr, bleiben unverändert. Die Renaissance äußert sich wie ein neuer Zierbesatz auf altem, denselben Körper deckendem Prachtkleid. Vielfach nimmt in der Detaillirung der Reichthum zu. An Stelle jener gothischen Maafswerkfriese, der Rundstäbe und Karniese, der gewundenen Taue und eingekerbten Plättchen entwickelt sich das elegante Rankenwerk des neuen Styls, entfalten die Eierstäbe, Perlfriese und Zahnschnittbänder ihre bewährten Effecte, jene Schmuckmotive, welche Manche unter uns mit den wohlklingenden Namen von Kymatien, Astragalen, Geisipodes etc., zu bezeichnen pflegen. Nach wie vor aber ist die Construction die Grundlage und das A und das O in dem ganzen baulichen Organismus. Da giebt es keine angenagelten Leisten und keine angeklebten Klötzchen. Sondern das naturgemäße Princip eines Bauens mit Hölzern, eines Bauens mit Stücken, die zwar sehr lang, aber niemals sehr dick sein können und eine längsfaserige Textur besitzen, das Princip, welches ich so formuliren möchte, daß jedes in den Bau gebrachte Holz eine constructive Mission haben soll, daß diese constructiv nothwendigen Hölzer zunächst mit holzgemäßen soliden Verbindungen zusammengesetzt werden müssen, und dann erst an ihre, der Function nirgend zuwiderlaufende Verzierung gedacht werden darf, dieses Princip übt nach wie vor die unbestrittene Herrschaft aus.

Erst das 17. Jahrhundert beginnt, zwischen diesen Weizen sein Unkraut zu säen. Zwar bleibt immer noch und

im Allgemeinen sogar durch das Zeitalter der Zöpfe und der Haarbeutel hindurch der Zimmermann den alten Traditionen treu, wenn es sich um schlichte Ausführungen handelt. Sobald aber das höhere Künstlerthum einmal in diese Arena herniedersteigt, sobald decorative Prachtstücke geschaffen werden sollen, und man den eigentlichen großen Apparat der Renaissancekunst zu Hilfe ruft, sobald mit Säulen, Pilastern und Hermenpfeilern und den zugehörigen Gebälken gearbeitet wird, enthüllt sich der Pferdefuß. Da zeigt sich, daß diese Architekturmotive mit ihren großen und unvermittelten Ausladungen dem Wesen und den Bedingungen des Materials widersprechen. Die Zimmerhölzer in ihren bescheidenen Querschnitten geben die Masse für die stärker vorspringenden Theile nicht her, und man entschließt sich, Holzbröckchen aufzusetzen. Ueberall stellen sich dem längsfahrenden Simshobel, dem mit dem Klöppel vorwärts getriebenen Eisen querliegende Architekturglieder als Hindernisse in den Weg. Das verleitet förmlich dazu, zunächst einmal glatt durchzuarbeiten und jene Glieder nachträglich aus besonderen Leisten wieder aufzusetzen. So wird das erzeugende Princip verdunkelt und untergraben, und der Willkür die Thür geöffnet, durch die die Geister des Verfalls mit hereinschlüpfen. Diese reichere Richtung in der Holzbaukunst läuft in ein theatralisches Flickwesen aus, jene ehrlich gebliebene Zimmermannsrichtung aber schließlich, als das Volk immer mehr verarmt, in Nüchternheit und Trivialität.

Es folgt auf unserem Gebiete eine Periode absoluter Kunstlosigkeit. Neue Holzhäuser werden in den Städten bereits im vorigen Jahrhundert unter Verzicht auf die schon vorher allmählig immer geringer gewordene Ausladung des einen Geschosses vor dem anderen aufgeführt, die Fensteröffnungen mit bretternen Bekleidungen eingefast; es kommt die Idee auf, daß man sich des Holzes als Baumaterial zu schämen habe, die ohnedies glatten Façaden bekommen nun einen einheitlichen, die Construction verhüllenden, den Baustoff verleugnenden Putzüberzug. An alten Häusern bemüht man sich, den architektonischen Reichthum der Gebälke durch umgenagelte Bretterkästen dem Blick zu entziehen. Von mehreren auf einander folgenden Generationen kann man sagen, daß sie „Augen haben und nicht sehen“. Der Sinn für Ueberlieferung einerseits, für wahre Schönheit andererseits geht dergestalt verloren, daß selbst ein Goethe Angesichts des von den weniger blasirten Bauern in väterlicher Weise neu aufgebauten „Bergdorfs“ entrüstet in die Worte ausbricht:

„Neuer Scheiterhaufen ist aufgebaut,
daß, wenn es Funken und Wind gefiele,
Gott selbst verlör' in solchem Spiele.“

Selbstverständlich büßt das Zimmerhandwerk jeden Rest von kunstmäßiger Auffassung ein, bis in noch neuerer Zeit die Kenntnifs aller nicht ganz vulgären Constructionen und theilweis der elementarsten Handgriffe ihm abhanden kommen. Der kaum verständliche Verfall wird begünstigt durch eine Baugewerksliteratur, welche den Kiengeruch des Werkplatzes mit Geschick vermeidet, um dafür durchaus nach der Lampe zu duften.

Bei unserer vorhergegangenen Schilderung des alten Bürgerhauses hat uns die Entwicklung vorgeschwebt, welche die Holzarchitektur im inneren Deutschland genommen hat.

Die alte rheinische Bauweise weicht bekanntlich in manchen Stücken ab, und etwas im ganzen Wesen Anderes ist der Blockbau der Alpenländer, für den ein national-deutscher Ursprung kaum anzunehmen sein dürfte. Dieser Baustyl überragt wahrscheinlich das deutsche Fachwerkssystem noch an hohem Alter. Wer da will, kann sich hier sogar der Hypothese Leo von Klénze's anschließen, welcher in den blockgezimmerten Alpenhäusern einer grauen Vorzeit die Vorbilder des etruskischen Tempels sieht. Sicherlich ist die Form des Gebirgshauses mit dem flachen Dache uralte; ich glaube, daß sie auf eine Aera zurückgeht, wo man Metall höchstens in von auswärts eingeführten Werkzeugen kannte; denn die ganze Bauform beruht auf der ausschließlichen Verwendung von Holz und auf dem Mangel selbst eines eisernen Nagels zur Befestigung der Dachschindeln.

Zum Wiedererwachen des Sinnes für die Poesie dieser volkstümlichen Architekturen hat übrigens gerade das sogenannte Schweizerhaus mit seiner hervorragend malerischen Erscheinung nicht wenig beigetragen. Thatsächlich ist dieser Sinn heutzutage in weiten Kreisen wieder anzutreffen, und überall entstehen in neuerer Zeit wieder Bauanlagen, welche mit mehr oder weniger Glück den Reichtum an constructionellen und ornamentalen Motiven auszubeuten suchen, den die erhaltenen Werke unserer Vorfahren darbieten. Aber trotzdem liegt in diesen noch eine Fülle weniger oder gar nicht beachteter Schönheit am Tage, und die Fundgrube architektonischer Gedanken, wie sie sich der Ausnutzung hier noch öffnet, ist eine sehr reiche. Das Bestreben, theils im kunstgeschichtlichen, theils im praktischen Interesse diese eben jetzt zahlreich dem Untergang entgegengehenden Werke wenigstens auf dem Papier zu retten, hat schon manche verdienstliche Aufnahmesammlung in's Leben gerufen; doch ist es ein sehr kleiner Bruchtheil erst, der in dieser Hinsicht als erledigt gelten kann, gegenüber einem sehr großen Ganzen, welches auf eine solche Erledigung Anspruch hat. Mit redlichem Bemühen ist ja der Verband

unserer Vereine mit der Herbeischaffung von Aufnahmematerial zu Publikationen vorgegangen. Aber das Beste wird erst geschehen, wenn daneben möglichst der einzelne Künstler auch die Angelegenheit in's Auge zu fassen beginnt. Bei dem Wunsche, daß der hohe vorbildliche Werth der alten Holzbaukunst für unsere modernen Baubestrebungen recht allseitig erkannt, und die künstlerische Ausbeutung des aufgehäuften Stoffes eine immer regere werden möge, daß es gelinge, in recht vielen Fällen die Erhaltung der Bauwerke selbst durchzusetzen, muß man es andrerseits als ebenso dringend bezeichnen, daß auch die literaturmäßige Bergung dieser Schätze ununterbrochen ihren Fortgang nehme. Das schulden wir dem Andenken unserer kunstsinnigen Ahnen. Wenn der vaterländische Künstler hinausgewandert, um, der altgermanischen Sehnsucht Folge gebend, dem goldenen Süden zuzueilen, wenn er, der als Knabe schon den Blick auf jene klassischen Weihestätten gerichtet hielt, der als Jüngling bereits dastand, „das Land der Griechen mit der Seele suchend,“ als Mann auf blauem Meeresspiegel dem Ziel der Jugendträume entgegengeschaukelt, wenn es den Künstler hingezogen nach dem Thal der Weltwunder, nach dem geheimnißrauschenden Nil, und wenn er dann heimgekehrt „reich mit des Orients Schätzen beladen,“ die Sinne voll vom Eindruck ehrfurchtgebietender Monumente, die Mappen gefüllt mit jenen Abbildern derselben hehren Hallen, derselben hohen Paläste, derselben Meisterwerke kluger Bildner und Maler, wie sie Tausende vor ihm in gleicher Treue, geleitet von gleichen sorgsamem Führern, gesammelt und mitgebracht haben, dann möge der Genius des eigenen Volkstums Sorge tragen, daß der Heimgekehrte noch die gleiche Empfänglichkeit sein nenne für das, was an echter Kunst auch die Heimath bietet, daß er sich entschließen möge, auch zu Hause noch einmal mit Hand anzulegen, und einen Baustein zu brechen und beizuschaffen zum Bau unseres Wissens von deutscher Kunst, unseres Wissens vom deutschen Hause. —

Ueber die Fäulnis der Hölzer.

Von Professor Sorókin in Kasan. In's Deutsche übertragen von Dr. Z. Koiransky, mitgetheilt durch R. Gottgetreu, Prof. der techn. Hochschule in München.

(Mit Zeichnungen auf Blatt C im Text.)

Was wir im Allgemeinen unter Fäulnis des Holzes verstehen, dürfte zur Genüge bekannt sein. Man bezeichnet damit diejenige, unter den verschiedenartigsten Einflüssen auftretende Beschaffenheit des Holzes, bei welcher dasselbe morsch und mürbe, das feste Gefüge des Holzgewebes völlig zerstört erscheint, und unterscheidet je nach dem Zustande des erkrankten Holzes eine nasse und eine trockene Fäulnis (Nass- und Trockenfäule), sowie mit Rücksicht auf die Färbung, welche das kranke Gewebe anzunehmen pflegt, eine Roth- und eine Weißfäule. In einigen Gegenden Rußlands kommt, nach Mittheilungen des Militair-Ingenieurs K. F. Baumgarten in der Festung Brest-Litowsk, noch eine „Blaufäule“*) vor. Abgesehen von dieser, befallen alle

übrigen Fäulnisformen die Bäume sowohl während ihres Lebens im Walde, als im gefällten Zustande, auch ist es für die Fäulnis ganz gleichgiltig, ob das Holz im Haus- oder im Schiffbau Verwendung gefunden hat; in beiden Fällen verwandelt sie in kurzer Zeit die Holzfasern in eine bröckelige, unter den Fingern leicht zu Staub zerreibliche Masse und ist daher, wenn sie Schiffshölzer befällt, im Stande, selbst die größten Kriegs- und Kauffahrteischiffe mit völliger Vernichtung zu bedrohen. Während man sie in

als auch der Länge der Fasern nach durchziehen, und in denen der Holzstoff zerstört und in eine schwarze, moderige Masse verwandelt ist, welche dem Holze jenes graue Aussehen verleiht, das man eben mit dem Namen Blaufäule bezeichnet. — Ursache dieses sonderbaren Aussehens der Holzmasse scheint die Anwesenheit der Pilzformen Colletosporium und Torula, sowie steriler braungefärbter Myceliumfäden zu sein; doch ist jedenfalls die Frage bezüglich der „Blaufäule“ als noch ungelöst zu betrachten.

*) Diesen Mittheilungen zufolge wird die Blaufäule durch sehr feine cylindrische Canälchen bedingt, welche das Holz sowohl radial

England „Dry-rot“ nennt, wird sie von den Deutschen nicht unzutreffend mit dem Namen „Feuer“ bezeichnet, da sie ungemein schnell und schonungslos um sich greift und nicht nur Deckbretter und Verschalung, sondern auch das ganze Gerippe der Schiffe förmlich zu verzehren vermag.

So erzählt z. B. Duchartre, daß zu Ende des verfloßenen resp. im Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts das Kriegsschiff „Le Foudroyant“, welches mit achtzig Geschützen armirt war, und in England die Fregatte „Reine-Charlotte“ durch diese Krankheit völlig unbrauchbar gemacht worden seien. In beiden Fällen habe es nur des Zeitraumes von kaum zwei bis drei Jahren bedurft, um Colosse wie diese gänzlich zu zerstören!

Nicht besser in dieser Beziehung sind die Bauten auf dem trockenen Lande daran. Auch bei ihnen genügt, wie Beispiele in großer Zahl es leider bestätigen, wo Fäulnis eintritt, der kürzeste Zeitraum, um Balken, Fußböden, Decken und Wände eines Hauses zum Zusammenstürzen zu bringen.

Solchen erschreckenden Thatsachen gegenüber liegt die Frage nach den Umständen, unter welchen die Fäulnis der Hölzer sich bemerklich macht, nach den Ursachen, welche sie in's Leben rufen, und nach den Mitteln, sie zu verhüten resp. in ihrem Umsichgreifen aufzuhalten, selbstverständlich sehr nahe, und soll hier zu deren Beantwortung im Nachfolgenden ein Beitrag geliefert werden. — Zunächst möge I. die Fäulnis, welche an ungefallten, noch im Walde stehenden Bäumen beobachtet worden ist, einer Betrachtung unterzogen werden.

Seit langer Zeit bereits bemerkten die Botaniker, daß unter gewissen Bedingungen in der Mitte des Stammes, also im Kern, das Holz sich zu zersetzen beginnt. Dies ist derjenige Zerstörungsprozeß, welchen man mit dem Namen „Kernfäule“ bezeichnet.

Borkhausen¹⁾ gab zu Anfang unseres Jahrhunderts die Erklärung ab, daß man es in dieser Erscheinung mit einer Altersschwäche der Organismen (marasmus senilis), mit einer trockenen Verwesung und Auflösung der inneren Holzringe zu thun habe. Während das äußere Aussehen des Stammes dabei keine Veränderung erleide, höre im Mittelpunkte desselben, im Kern, das Leben auf, demzufolge der Baum absterben müsse, um so einem Naturgesetze zu folgen, nach welchem alles zu Staub wird, was aus dem Staube hervorgegangen ist.

Bei Besprechung der Fichte erklärt er unter Anderem ferner, daß, wenn dieser Baum auf feuchtem oder gar sumpfigem Boden wachse, das Holz eine röthliche Färbung erhalte. Derartige Exemplare wachsen zwar bedeutend rascher, als diejenigen, welche auf trockenem Boden stehen, allein sie dauern nicht so lange und fallen früher der Kernfäule anheim.²⁾

Reum geht in seiner „Forstbotanik“ schon einen Schritt weiter. Er sagt, daß wenn aus irgend welchen Ursachen das Kernholz oder auch nur einige Jahresringe zu rasch erwachsen oder nicht gehörig ausgebildet würden, solches

Holz absterbe und zu faulen beginne. Diese Fäulnis greife nach und nach mehr um sich und der Stamm zeige die Rothfäule.¹⁾ Wenn aber der Stamm verletzt werde und die verletzte Stelle offen bleibe, so erkrankte das bloßgelegte Holz an der Weisfäule, welche sich sodann auf- und abwärts über das gesunde Gewebe des Baumes ausbreite.¹⁾

Bechstein unterscheidet bereits drei Arten von Fäulnis: Kernfäule, Rothfäule und Weisfäule. Erstere erscheint, seiner Meinung nach, in Folge eines in den Säften der Bäume unter gewissen Umständen auftretenden Gährungsprozesses, oder einer fauligen Zersetzung. Als Resultat dieses Gährungs- oder fauligen Zersetzungsprozesses entsteht sodann eine Entzündung, welche den Tod zunächst der inneren und hierauf der äußeren Jahresringe herbeiführt. Bei äußerer Beschädigung der Wurzel oder des Stammes aber (sei es in Folge zu fetter oder zu magerer Bodenbeschaffenheit) beginnt eine „Auflösung des Kohlenstoffes“ (?!). Die Holzmasse verliert an Gewicht, wird morsch und erhält eine weiße Färbung, weshalb diese Krankheit Weisfäule genannt wird. Demnach beginnt die Kernfäule in der Mitte des Stammes und verbreitet sich nach Außen, während die Weisfäule umgekehrt zuerst die äußeren Schichten befällt und sich hernach in der Tiefe ausbreitet. Die Rothfäule befällt nach Bechstein die Nadelhölzer, vornehmlich die Tannen, wenn sie auf fettem Boden wachsen. Die auf kalkreichem Grunde angepflanzten Tannen erreichen bereits nach 40 Jahren die gleiche Höhe und Dicke, wie Exemplare auf gewöhnlichem Boden erst nach 80 Jahren; allein beim Umhauen derselben überzeugt man sich leicht, daß ihr Kern verfault ist und eine rothe Färbung besitzt.²⁾

In den Werken Georg Hartig's finden wir zum ersten Male die Pilze erwähnt. An alten, aber noch völlig gesunden Bäumen treten kleine Faulflecken auf, auf welchen Schwämme wachsen. Unter den Schwämmen greift die Fäulnis immer mehr und mehr um sich, bis sie allmählig den ganzen Stamm inficirt. Derartig erkrankte Bäume heißen „Schwamm-bäume“. G. Hartig betrachtet also die Pilze nicht als Ursache, sondern als Folge von Fäulnis.³⁾

Bei Weitem kühner spricht sich Theodor Hartig aus. Bei der Behandlung der verschiedenen Fäulnisformen, deren Auftreten er auf verschiedene Weise zu erklären sucht, gelangt er zum Schlusse, daß unter gewissen Bedingungen die Holzfaser unmittelbar in Pilzfaser übergehe. Er nennt diesen neugebildeten Organismus Nyctomyces (Nachtfaser), weil derselbe sich stets tief im Innern des Stammes entwickle, beständig im Dunkeln verbleibe, sich nie nach Außen hervorwage und ihm folglich das Sonnenlicht vollständig entbehre. Dieses Pilzgebilde könne ferner aus einzelnen nach allen Richtungen sich ausbreitenden Fasern bestehen, oder auch, indem sich seine Fasern untereinander verwirren und verweben, ein festes elastisches Gewebe bilden, das den sogenannten verborgenen Schwamm (Knips) liefert und als Zündmaterial gebraucht wird. Dieser Pilz nähere sich dem Xylostroma Tode am meisten. Er giebt sogar die Art und Weise an, auf welche diese Verwandlung von Holzfaser in eine Pilzfaser vor sich gehen müsse. Die

1) Reum, Forstbotanik. 1814. S. 112.

1) Borkhausen, Theoretisch-praktisches Handbuch der Forstbotanik u. Forsttechnologie. 1800. S. 288. (Willkomm, Die mikroskopischen Feinde des Waldes. 1866. S. 32.)

2) l. c. S. 112.

2) Bechstein, Forstbotanik oder Naturgeschichte der deutschen Holzarten. 1821. S. 87. 90.

3) Lehrbuch für Förster. 1827. 2. 13.

Membranen der Holzfaserzellen zerfallen und bilden kleine Bläschen oder Monaden (?), welche sich an einander reihen, mit einander verwachsen und so die Pilzfaser bilden. Außerdem ist noch Th. Hartig nachzuweisen bemüht, daß auch die Zellenmembranen bei ihrer Entwicklung durch Aneinanderreihung eben solcher Monaden entstanden seien.¹⁾

Es ist wohl kaum der Mühe werth, gegen derartige Behauptungen, welche durch keinerlei streng wissenschaftliche Beobachtungen begründet sind, in's Feld zu ziehen. Wer glaubt heutzutage an eine generatio spontanea solch' complicirter Organismen, wie es die Pilze sind, deren Entwicklung, wie wir weiter sehen werden, ohne Fortpflanzungsorgane niemals statthaben kann.

Allein auch Th. Hartig selbst hielt nicht lange an diesen Behauptungen fest. In seiner zweiten Arbeit sehen wir ihn bereits seine Ansicht wechseln. Er glaubt nun das Auftreten der Pilzfaser bei Weitem richtiger zu erklären, wenn er sie nicht mehr aus den Holzfasern, sondern aus dem in dem Holze vorkommenden Stärkemehl sich herausbilden läßt.²⁾ — Aber schon im nächsten Jahre entschließt er sich zu der kategorischen Erklärung, Roth- und Weißfäule werden durch Entwicklung von Pilzfaser hervorgerufen.³⁾

Endlich entwickelt derselbe Forscher seine Ansicht dahin, daß an den Eichen öfter als an anderen Baumarten die Roth- und Weißfäule aufträte; diese beiden Krankheitsformen können nie in einander übergehen, sondern entstehen jede für sich in Folge massenhafter Entwicklung der Pilze: *Nyctomyces candidus* (bei der Weißfäule) und *Nyctomyces fuscus* (bei der Rothfäule).⁴⁾

Hieraus folgt, daß nach der Meinung Hartig's beide erwähnte Krankheiten zweien verschiedenen Arten einer und derselben Pilzgattung ihr Entstehen verdanken.

Wiegmann,⁵⁾ welcher sich mit derselben Frage beschäftigt hatte, nahm fast in allen Stücken die Theorie Th. Hartig's an. Es ist überhaupt zu bemerken, daß zu derselben die nachfolgenden Forscher nichts mehr hinzugefügt haben. In den später erschienenen Werken begegnen wir vielmehr einem Streben, die Fäule auf rein chemische Veränderungen zurückzuführen, welche in der Zellhaut der Holzfasern in Folge verschiedenartiger ungünstiger Lebensbedingungen der Pflanzen vor sich gehen. Die Frage bezüglich der Antheilnahme an diesen Prozessen irgend welcher Pilzfaser ließ man fast völlig bei Seite, und, wurde sie berührt, so geschah es gleichsam zufällig, nur nebenbei.

Kützing⁶⁾ zum Beispiel erklärt die Ursache der Weißfäule durch eine in den Baumstämmen befindliche übermäßige Feuchtigkeit, welche in dieselben entweder durch äußere beschädigte Stellen, oder aus dem feuchten Boden, auf dem die Bäume wachsen, eingedrungen sein könne. Der übermäßige Feuchtigkeitsgehalt veranlasse die Zellhaut, sich in Bassorin zu verwandeln, welche

Verwandlung den Zerfall des Gewebes schließlichs herbeiführe. Der Pilze thut Kützing keine Erwähnung.

Als weniger gelungene Erklärung kann die in der „Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung“ für das Jahr 1852 erschienene Behauptung eines unbekanntens Autors angeführt werden, daß nämlich das Wachsen der Tannen in schattigem und gedrängtem Stande die Hauptursache der Stockfäule sei. Unter derartigen Verhältnissen werde das freie Ausathmen des Wasserstoffes und des Sauerstoffes (?) ungemein behindert, und wenn noch hierbei der Boden mager ist, so stelle sich schließlichs die Krankheit ein.¹⁾ Die Pilze erachtet dieser Autor als Folge, nicht aber als Ursache der Fäule.

Ebenso unerwiesen wie originell ist die in demselben Blatte von einem Herrn Plazay ausgesprochene Ansicht, nach welcher die Ursache der Rothfäule . . . im Eisengehalte des Bodens, oder vielmehr im Sauerstoff der im Boden befindlichen Eisenoxyde, Eisenoxydule oder anderer Stoffe (??) zu suchen sei.²⁾

Göring tritt in derselben Zeitung als Vertheidiger der rein chemischen Fäuletheorie auf und spricht die Ueberzeugung aus, die Stockfäule sei nichts anderes, als eine chemische Auflösung, eine langsame Zersetzung der Holzfasern, verursacht durch die verschiedenartige Bodenbeschaffenheit etc.³⁾

Dasselbe sagt auch Schulze, indem er die Krankheit gleichfalls durch die Beschaffenheit des Bodens, durch klimatische und andere Bedingungen erklärt, ohne der Pilze Erwähnung zu thun.⁴⁾

Der berühmte Botaniker Schacht äußert sich über diesen Gegenstand in seinem vorzüglichen populären (auch in's Russische übertragenen) Werke „Der Baum“ folgendermaßen: „Die Rothfäule und die Weißfäule sind Zersetzungsweisen des bereits abgestorbenen Holzes. Die Rothfäule ist vielleicht nur ein späteres Stadium der sogenannten Kernfäule, d. h. des Absterbens und Faulwerdens der Stämme von innen her; die Weißfäule erscheint dagegen mehr als eine Folge äußerer Verletzungen, ihre Zersetzungsproducte sind, wahrscheinlich schon wegen des directen Einflusses von Licht und Atmosphäre, etwas anderer Art als bei der Rothfäule. Pilzwucherungen begleiten, wie fast überall, auch diese Art Fäulnis. Th. Hartig hat die hier erscheinenden Pilze Nachfaserpilze (*Nyctomyces*) genannt; bei der Rothfäule der Eiche findet sich der *N. fuscus*, bei der Weißfäule der *N. candidus*. *N. utilis*, an der Buche vorkommend, liefert einen besonders schönen Zunder.“⁵⁾ Aus dem angeführten Citate geht hervor, daß der Autor selbst für die bezüglichen Untersuchungen (damals) kein Material zur Hand hatte und daß, wenn er selber sich mit dieser Frage beschäftigt hätte, er sich unmöglich darüber würde so kurz ausgesprochen haben.

Kolaczek erörtert die Ursache der Fäulnis etwas eingehender, obgleich er gleichfalls der auf rein chemischen Vorgängen basirenden Fäuletheorie huldigt. Unter Anderem erklärt er die dunkle Färbung der kranken Holzfaser dadurch,

1) Th. Hartig: Abhandlung über die Verwandlung der poly-cotyledonischen Pflanzenzelle im Pilz- und Schwammgebilde und die daraus hervorgehende sogenannte Fäulnis des Holzes. 1833.

2) Th. Hartig, Ueber Stärkemehl und andere Pflanzenbestandtheile (Erdman's Journal für praktische Chemie. 1835. V. Band).

3) Krankheiten der Holzpflanzen (G. Ludwig u. Th. Hartig, Forstlich. und forstnaturwissensch. Conversationslexicon. 1836).

4) Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. 1840—1846.

5) Die Krankheiten und krankhaften Ausbildungen der Gewächse. 1839. S. 73.

6) Philosophische Botanik. 1851. S. 207.

1) Ueber die Stockfäule in Fichtenwäldungen.

2) Allg. Forst- und Jagdzeitung. 1853. Aprilheft, S. 160.

3) l. c. S. 393.

4) Forstliche Berichte mit Kritik. 1854. S. 134.

5) Der Baum, 1853. S. 314.

dafs der Holzstoff in eine kohlenstoffreiche Verbindung übergeht.

Nach Mulder enthält das Kernholz Ulmin, ein Product der Vermoderung.¹⁾

Döbner schreibt in einigen Ausgaben seines „Lehrbuches“ den ungünstigen klimatischen Verhältnissen (feuchtem, kaltem Sommer, frühem Winter etc.) einen besonders fördernden Einfluß auf das Entstehen von Fäule zu. Was aber die Pilzbildungen betrifft, so beschreibt er sie nach den Angaben Th. Hartig's und betrachtet deren Erscheinen als Folge, nicht als Ursache der Fäule.²⁾

Pfeil ist bemüht nachzuweisen, dafs aufser den Einflüssen des Klimas, des Bodens und anderer äußerer Bedingungen die Kernfäule noch vom Absterben der Pfahlwurzel abhängig sei (!). Die Splintfäule dagegen werde durch Schwämme herbeigeführt.³⁾

Nördlinger ging sogar einen Schritt zurück, indem er gleich den früheren Beobachtern das Auftreten der Rothfäule durch Altersschwäche des Pflanzenorganismus erklärt. Die Weißfäule ist nach ihm der Ausdruck schon starker und rascher Zersetzung. Warum diese aber erfolge, bleibt unbekannt.⁴⁾

Noch weniger wissenschaftlich endlich, dafür aber um so kühner und phantasiereicher, behandeln diese Fragen Häufslers,⁵⁾ Geyer,⁶⁾ Gebauer.⁷⁾ Nach diesen Gelehrten wird die Fäule verursacht zum Theil durch die ungünstige Bodenbeschaffenheit, zum Theil durch übermäßige Feuchtigkeit, sodann durch Entmischung der chemischen Zusammensetzung der Zellhäute etc. — selbst der Ozon sei einer der ersten aus der Partie. Kein einziger dieser Forscher berührt nur die wirkliche Ursache dieser Krankheit, und so bleibt die Theorie Th. Hartig's vollständig unangetastet.

Noch eines Autors könnte man Erwähnung thun, der die Behauptung ausspricht, die Bäume werden von der Fäule befallen, wenn sie in Niederungen wachsen.⁸⁾ Gegen diese Behauptung spricht jedoch die Thatsache, dafs von der Rothfäule angegriffene Tannen in einer Höhe von 2000 und 3000 Fuß angetroffen wurden.

In diesem unklaren Zustande verblieb die Frage, bis die in hohem Grade wichtigen, von vortrefflichen Holzschnitten begleiteten Arbeiten des bekannten Botanikers M. Willkomm: „Die mikroskopischen Feinde des Waldes. Naturwissenschaftliche Beiträge zur Kenntnifs der Baum- und Holzkrankheiten“ im Jahre 1866 veröffentlicht wurden.

Nach langwierigen, sorgfältigen Untersuchungen gelangte dieser Forscher zu den im Folgenden kurz zusammengefaßten Resultaten:

1. Die Zerstörung oder Zersetzung des rothfaul werdenden Holzes wird durch das Mycelium eines parasitischen Fadenpilzes, des *Xenodochnus ligniperda* Willk. ein-

geleitet. Aus dessen Schwärmsporen kann das Mycelium eines höher organisirten Fadenpilzes, des *Rhynchomyces violaceus* Willk. hervorgehen.

2. Die braune Nachtfaser (*Nyctomyces fuscus* Hart.) ist (sehr wahrscheinlich) mit dem Mycelium des *Xenodochnus*, die weiße (*N. candidus* Hart.) mit demjenigen des *Rhynchomyces* identisch.

3. Die Rothfäule beginnt stets in den Markstrahlen und zwar meist der mittleren Jahresringe, und setzt sich durch die Markstrahlen zunächst in radialer Richtung nach Innen und Außen hin fort. Die Markstrahlen werden eher zerstört als das eigentliche Holzgewebe.

4. In jedem von der Rothfäule ergriffenen Jahrring wird das weichere Frühlingsholz zuerst und rascher zerstört, als das festere Sommer- und Herbstholz.¹⁾

5. Ist die Fäulnis des Holzes durch den parasitischen Pilz einmal eingeleitet, so kann sie sich auch ohne weitere Mitwirkung des Pilzes weiter verbreiten.²⁾

6. Die Pilzfäden (*Xenodochnus ligniperda*, *Rhynchomyces*) können nie spontan aus der Holzsubstanz entstehen, sondern müssen auf irgend eine Weise von Außen in den Stamm, Stock oder Wurzel des lebenden und gesunden Baumes eingedrungen sein.³⁾

Bis jetzt ist nur R. Hartig den Angaben Willkomm's in seiner 1878 erschienenen vorzüglichen Abhandlung: „Zersetzungserscheinungen des Holzes“ entgegengetreten, indem er die Pilze, welche die Rothfäule verursachen, nicht als Parasiten, sondern als Saprophyten erklärt haben möchte.⁴⁾ In der That ist, was Willkomm in Bezug auf die Entwicklungsgeschichte der von ihm erwähnten Parasiten angiebt, so unklar und phantastisch, dafs es vielleicht nur in den Halier'schen Legenden von den Bakterien, welche die Entstehungsursache fast sämtlicher Infectionskrankheiten an Menschen und an Thieren sein sollten, noch seines Gleichen findet. — Seiner Beschreibung nach geht der *Xenodochnus* in *Rhynchomyces* über. Ersterer besitzt Sporangien, aus welchen sich gewisse geschwänzte Schwärmsporen entwickeln sollen u. s. w. Der erfahrene Mykologe sieht jedoch sofort, wenn er die Zeichnungen Willkomm's in Augenschein nimmt, dafs die Sporangien des *Xenodochnus* nichts anderes sind, als eine Reihe von Zellen, welche eher Chlamydosporen (Gondien, Brutzellen, Gemmen) genannt werden können. Fig. 24, 30, 27—29 Tab. III aber stellen nur Producte der Phantasie dar. Die feinen Punkte können, ohne Weiteres als Theilchen der zerfallenen Holzzellen, keineswegs aber als Fortpflanzungs-Organ irgend welches Pilzes betrachtet werden.

Wenn hiernach die Arbeit Willkomm's vom Gesichtspunkte der Mykologen auch keine strenge Kritik auszuhalten vermag, so muß sie nichtsdestoweniger als eine der ersten wissenschaftlichen Erklärungen der Fäulnisursache angesehen werden.

Fast zu gleicher Zeit mit Willkomm beschäftigte sich auch Schacht mit der Untersuchung des Einflusses der

1) E. Kolaczek, Lehrbuch der Botanik. 1856. S. 150.

2) Döbner, Lehrbuch der Botanik für Forstmänner. 1858. S. 177 (Auf. 1865 S. 219).

3) Kritische Blätter. 42. Band. I. Heft (1859).

4) Die technischen Eigenschaften der Hölzer. 1860. S. 494.

5) Monatsschrift für das Forst- und Jagdwesen. Herausgegeben von Dengler. 1863. „Zur Naturgeschichte der Fichte, insbesondere mit Bezug auf die Rothfäule derselben.“

6) Handbuch der Forstbenutzung. 1863. S. 108.

7) 24. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe zu Königsberg 1863. (Bericht 1864. S. 586.)

8) Forstliche Berichte mit Kritik. 1865. (1. Heft, S. 43.)

1) M. Willkomm, Die mikroskopischen Feinde des Waldes etc. S. 95.

2) l. c. S. 96.

3) l. c. S. 92.

4) Zersetzungserscheinungen des Holzes. 1878. (Frank, Die Krankheiten der Pflanzen. 1880. S. 146.)

Myceliumfäden auf die Pflanzenzelle. Die Resultate, zu denen dieser Forscher gelangt ist, kann man in folgenden Worten zusammenfassen: Jede innere Holzfäule werde durch die Entwicklung des Myceliums von Pilzen herbeigeführt, und gleichwie keine Gährung ohne Gährungspilze zu Stande kommen könne, so sei ohne Pilzfäden keine Fäulnis möglich.¹⁾

Schließlich sei noch einer im Jahre 1870 erschienenen Arbeit von J. Wrabato erwähnt, welche, nachdem sie die Worte Schacht's und Willkomm's wiederholt hat, zu dem Schlusse gelangt, daß die Rothfäule nur Bäume von sehr hohem Alter befällt, und daß diese Krankheit durch ungünstige klimatische und Boden-Bedingungen besonders gefördert werde.²⁾

II. Ueber den Bau der Pilze im Allgemeinen.

Nach dem Vorangegangenen dürfte es nicht überflüssig sein, nun, wenn auch nur in kurzem Umriss, den Bau der Pilze im Allgemeinen vorzuführen, um so mehr, als wir dadurch in den Stand gesetzt werden, bei der demnächst anzustellenden Betrachtung der Fäulnis gefällter und im Bau verwendeter Hölzer manche Erscheinungen, welche uns sonst fremdartig und räthselhaft vorkommen würden, besser zu verstehen.

Nimmt man irgend einen Hut- oder Schirmpilz aufmerksamer in Augenschein, so lassen sich an demselben sehr leicht folgende Theile unterscheiden: der Hut oder Schirm (pileus), der Stiel oder Strunk (stipes) und die feinen, meist weiß gefärbten Fasern, welche, vom unteren Stielende (der Stielbasis) des Pilzes ausgehend, sich im Boden auf eine gewisse Entfernung ausbreiten, indem sie die Erdtheilchen in allen möglichen Richtungen durchziehen. Diese Fasern werden allgemein Mycelium (Unterlage, Pilzmutter, Champignonsbrut) genannt.

Der bei Weitem größte Theil der bekannten Pilzarten ist mit Mycelium ausgestattet. Nur wenige giebt es, so die Chytridiaceae und ihnen verwandte Formen, welche dieselben nicht besitzen. Gleich der Wurzel der höher organisirten Pflanzen, welche die Aufgabe hat, den Stamm, überhaupt den ganzen Organismus des Baumes mit der nöthigen Nahrung zu versorgen, dient das Mycelium dazu, Nährstoffe aus der Umgebung aufzunehmen und dem Pilzkörper zu übermitteln. Das Mycelium muß also als äußerst nothwendiges Organ angesehen werden.

Bereiten wir uns aus dem Gewebe eines Birken- oder Eierschwammes, nachdem derselbe der Länge nach durchschnitten worden, eine dünne Scheibe, und betrachten dieselbe unter dem Mikroskop, so überzeugen wir uns leicht, daß der Stiel des Pilzes aus zarten, farblosen, der Länge nach mit einander verwachsenen Fäden besteht. Diese Pilzfäden oder Hyphen, wie man sie nennt, nehmen im Hute eine horizontale Richtung an, und indem sie in den auf der Unterseite des Hutes strahlenförmig gestellten Lamellen (welche das Hymenium oder die Fruchthaut bilden) sich nach unten biegen, enden sie mit verdickten Zellen, welche an ihrem Scheitel je vier sogenannten Sporen, die

Fortpflanzungsorgane der Pilze, tragen. An der Stielbasis des Eierpilzes gehen die Hyphen unbemerkt in die Fäden des Myceliums über.

Der Bau der Pilze ist hiernach im höchsten Grade einfach: fast überall finden sich die Pilzfäden, welche in ihrer Form und ihrem Bau mehr oder weniger mit einander übereinstimmen. Ob wir für unsere Untersuchung einen Agaricus nehmen, einen Hutpilz, dessen Hymenium aus strahlig auf der Unterseite des Hutes angewachsenen leistenförmigen Lamellen besteht, oder ein Hydnum (Stachelschwamm), dessen Sporenlager anstatt der Lamellen Warzen, mit den Spitzen nach unten gekehrt, bildet, oder eine Fistulina, welche an ihrem Hut zarte, unter einander nicht verwachsene Röhrrchen zeigt, einen Boletus (Röhrenschwamm), dessen Röhrrchen (aus welchen sein Sporenlager besteht) mit einander verwachsen sind, aber ihre zarte Beschaffenheit noch behalten haben, oder schließlich einen Polyporus, dessen Röhrrchen holzig geworden sind — überall erkennen wir das gleiche Bild, überall die gleichen Fasern oder Fäden als die Elemente, aus denen das Pilzgewebe aufgebaut ist. Nur hier und da begegnen wir einem solchen, welches aus polygonalen Zellen (Pseudoparenchym) besteht, allein auch dieses Gewebe verdankt den Pilzfäden (Hyphen) seine Entstehung. Die strahlig aufgestellten Lamellen des Agaricus, sowie die Warzen des Hydnum tragen auf ihrer ganzen Oberfläche die oben erwähnten verdickten Zellen oder Basidien, auf denen die Sporen sich entwickeln; dagegen befinden sich bei Fistulina, Boletus und Polyporus die Basidien auf der inneren Oberfläche der Röhrrchen — und dieses ist der ganze Unterschied.

Legt man einen bereits reifen Pilz auf einen Bogen Papier, so bemerkt man auf diesem, wenn man ersteren nach etwa einer halben Stunde aufhebt, ein feines Pulver von weißer, brauner, gelblicher, mitunter auch fast schwarzer Farbe, welches bei nur mäßigem Anblasen leicht nach allen Richtungen verstäubt. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß dieses Pulver aus Sporen besteht, welche von ihren Basidien abgefallen sind. In gleicher Weise besorgt die Natur das Geschäft der Samenausbreitung bei den Pilzen: die Sporen fallen ab, werden vom Winde aufgegriffen und von diesem, oft sogar auf sehr bedeutende Entfernungen, weiter getragen.

Die Spore ist eine Zelle, besitzt somit eine Membran und einen Inhalt. Unter günstigen Bedingungen, d. h. wenn sie ausreichende Nahrung, Wärme und Feuchtigkeit findet, beginnt die Spore zu keimen, die Zellmembran zerplatzt und der Zellinhalt tritt in Gestalt einer kleinen Warze zu Tage; diese beginnt bald, sich zu verzweigen, und geht, indem sie immer größer wird, in wirkliches Mycelium über. Auf dem Mycelium erscheinen nun aufrechtstehende Fasern oder Hyphen, welche, sich verwirrend und mit einander verwachsend, schließlich in einen Stiel und Hut eines Pilzes sich verwandeln, welcher von dem Exemplare, dem die Spore entstammt, in nichts unterschieden ist.

Hierin besteht im Wesentlichen die einfache Entwicklungsgeschichte der Hutpilze.

Die reiche Mannichfaltigkeit dieser Pflanzengebilde, welche den Beobachter überrascht, wird nur durch die äußere Figuration der Pilzkörper bedingt und ist auf den verschiedenartigen Bau und die Entwicklungsweise der Fructi-

1) Ueber die Veränderungen durch Pilze in abgestorbenen Pflanzenzellen. (Pringsheim's Jahrbücher. 1863. III. S. 474.)

2) Die Rothfäule der Fichte etc. (L. Schmidt, Vereinsschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde. 1870. S. 102—118.)

ficationsorgane zurückzuführen. So sind z. B. beim Bovist (Blutschwamm, Flockenstrenling, Gattung der Bauchpilze) die Sporen und Basidien in verhältnismäßig dicken Häuten eingeschlossen, welche entweder sämtlich zerreißen, um so den Sporen es möglich zu machen, sich nach allen Windrichtungen zu verbreiten, oder es bilden sich am Scheitel des Pilzes eine oder mehrere Oeffnungen, aus welchen der Staub der Fortpflanzungsorgane verfliegt. — Bei der Morchel dagegen befinden sich an dem faltigen Hute, und zwar an seiner Oberfläche, nicht an dessen Unterseite, lange Säcke (asci), in welchen je 8 (*Morchella erculenta*), oder je 2 größere Sporen (*Morchella bispora*. Sorók.) sich entwickeln, während auch hier im Uebrigen dasselbe Mycelium, dieselben Hyphen vorhanden sind.

In gleicher Weise zeigen selbst die mikroskopischen Pilzformen, so z. B. die Schimmelpilze (*Hyphomycetes*), zu unserm großen Erstaunen, (fast immer) dieselben Theile sich streng wiederholend. Auf dem Substrate dehnt sich das Mycelium aus; die Hyphen stehen aufrecht, und auf denselben entwickeln sich die Sporen entweder an Basidien, oder eingeschlossen in Häuten, resp. großen, runden Säcken (*Mucor*), welche Sporangien heißen.

Es unterliegt somit keinem Zweifel, daß die Spore einer der wichtigsten Theile des Pilzes ist, gleichwie der Same die nothwendigsten Bestandtheile der höheren Pflanzen darstellt. Doch giebt es auch eine nicht unbeträchtliche Zahl von Pilzformen, welche, wie bereits angedeutet, lediglich aus sterilen Fäden bestehen. So z. B. der in Kellern und Bergwerken vorkommende *Byssus*, der als Bündel langer, silberweißer, zarter Fäden erscheint und, aus irgend einer Spalte des Schachtes hervorwuchernd, den Eindruck eines grauen Bartes macht. Ferner *Rhacodium*, der an den innern Flächen alter Weinfässer lebt, und dessen schwarzgefärbte Fäden filzartige Ausbreitungen bilden. Außerdem kann man im Winter in den Stämmen vieler verdorrter Pflanzen und in dem Gewebe verfaulten Blätter Kugeln von verschiedener Farbe und Größe finden, welche in ihrem centralen Theile aus farblosen Pilzfäden, an der Oberfläche dagegen aus einer korkartigen gefärbten Schicht bestehen. Hierher gehören die Sklerotien. Das Mutterkorn (*Secale cornutum*) bietet eben eine derartige Pilzform, und unter günstigen Bedingungen entwickeln sich aus demselben ganz kleine Pilze, an welchen die Sporen bereits deutlich bemerkbar sind. Beobachtungen haben gezeigt, daß aus vielen Sklerotienarten unter entsprechenden Verhältnissen die verschiedenartigsten Formen von Hutpilzen, Schimmelpilzen, *Peziz* etc. sich entwickeln können. Das Sklerotium ist somit gleichfalls ein Mycelium, welches nur ziemlich lange steril bleiben kann, unter gewissen Bedingungen aber typische Fruchtorgane zu zeitigen vermag.

Wir sahen, daß *Byssus* und *Rhacodium* aus einzelnen farblosen oder gefärbten Fasern zusammengesetzt sind. Noch vor gar nicht langer Zeit wurde ihnen die sogenannte *Rizomorpha* (Wurzelpilz, Rindenfaser) zugereiht, welche aus feinen und dicken, einfachen oder verästelten, flachen oder rundlichen Strängen besteht. Die *Rizomorpha* lebt vornehmlich unter der Rinde alter Bäume, sendet ihre Triebe in das Innere des Stammes, und indem sie dessen Gewebe immer mehr und mehr zerstört, führt sie den Tod

des Baumes herbei. Die jungen Aestchen dieses Pilzes bauen sich aus feinen, farblosen, untereinander mittelst einer gallertartigen Masse zusammengehaltenen Fasern auf. Später erhalten die Aestchen eine braune korkähnliche Schicht auf ihrer Oberfläche, in Folge dessen die ausgewachsenen Exemplare an die Wurzel einer höher organisirten Pflanze erinnern. (Daher der Name dieser Pilzform.) Indem sich die *Rizomorpha* unter der Rinde auf- und abwärts über den ganzen Baum ausbreitet, kann sie zuweilen an das Tageslicht treten, unter dem Schutze des den Boden bedeckenden abgefallenen Laubes sich bis zu einem zweiten Baume fortpflanzen, sodann auch diesen und wieder andere befallen und tödten. Eine derartige Infection nimmt mitunter epidemischen Charakter an und steht bezüglich des angerichteten Schadens der Roth- und Weißfäule nicht im Geringsten nach.

Am meisten leiden von der *Rizomorpha* die Nadelhölzer, so z. B. die Fichte, welche, bevor sie absterben, förmlich durch Harzerguß so zu sagen verbluten; aber auch an Laubbäumen wurde die Krankheit bemerkt, so an der *Robinia* L. (Schotendorn, Wunderbaum). Man nennt sie bekanntlich „Erdkrebis oder Harzstickten der Kiefer“.

Wie schnell durch diese Krankheit der Tod herbeigeführt werden kann, ist daraus zu ersehen, daß ein zehnjähriger Baum, von ihr befallen, schon binnen einem Jahre abgestorben ist. Sechsjährige Fichten, welche Mitte Juli 1872 versuchshalber inficirt wurden, starben bereits im Mai 1873 unter deutlichen Symptomen dieser Krankheit.

Das in Rede stehende sterile Mycelium blieb lange Zeit hindurch ein Räthsel der Mykologen, bis es endlich sich herausgestellt hatte, daß dasselbe nichts anderes ist, als ein zeitweise steriles Mycelium unseres gewöhnlichen *Agaricus melleus*. An ganzen, aus den Baumstümpfen unter der Rinde hervorwuchernden Colonieen dieses eßbaren Pilzes erblickt man nicht nur alle Entwicklungsstadien des *Agaricus melleus*, sondern man überzeugt sich leicht durch einen Längsschnitt, daß die (centralen, farblosen) Fasern der *Rizomorpha* unmittelbar in Pilzhypen übergehen.

Nichtsdestoweniger vermag dieses sonderbare und gefährliche Mycelium einige Jahre hindurch völlig selbständig zu existiren und einen Baum nach dem andern zu Grunde zu richten, ohne im Mindesten um eine Nachkommenschaft besorgt zu sein.

Noch eine interessante Eigenschaft des Myceliums darf hier hervorgehoben werden.

Es ist allgemein bekannt, daß faules Holz im Dunkeln leuchtet. Betrachten wir die Theilchen solchen Holzparenchyms unter dem Mikroskop, so bemerken wir zwischen ihnen eine große Anzahl der sterilen Myceliumfäden. Die Untersuchung zeigt ferner, daß die jungen Astspitzen der *Rizomorpha* es sind, welche das ziemlich starke, phosphorescirende, bläuliche Licht verbreiten. Die frühere Annahme, daß das faulende Holz selber, ohne Antheilnahme der Myceliumfäden, zu leuchten vermag, muß daher als vollkommen falsch erklärt werden. —

Fragen wir uns nun, nachdem wir die Eigenschaften des Myceliums kennen gelernt haben: „Was zwingt wohl das Mycelium, ein so räuberisches Leben zu führen?“ so liegt die Antwort hierauf nahe, wenn wir uns Folgendes in Erinnerung bringen. Die grünen Pflanzen zerlegen unter

dem Einflusse des Lichtes die Kohlensäure, sie assimiliren sie, sind also darum besorgt und vermögen es auch, aus unorganischen Nährstoffen die für ihre Erhaltung nöthigen organischen Verbindungen zu erzeugen. Die Pilze dagegen sind chlorophyllos, können somit CO_2 nicht zersetzen, und es bleibt ihnen demnach nur übrig, sich nach bereits vorgebildeten, fertigen organischen Stoffen umzusehen, d. h. als Schmarotzer auf anderen Pflanzen zu leben, deren organische Säfte sie aussaugen, um sie zu ihrer eigenen Ernährung zu verwenden. Indem die Pilze in den Zellen der grünenden Pflanzen ihr Domicil aufschlagen, diesen letzteren alles raubend, was das Mycelium nur zu erlangen vermag, führen sie schliesslich die völlige Erschöpfung des Pflanzengewebes und somit den Tod der Pflanze selbst herbei. Je energischer das Aussaugen der Nährstoffe aus dem Pflanzengewebe von Seiten des Pilzes bewerkstelligt wird, um so rascher tritt der Tod seines „Ernährers“ ein.

Zur Ehre der Pilze muß übrigens angeführt werden, daß nicht alle von ihnen die eben beschriebene Lebensweise führen. Es giebt zahlreiche Arten, welche wohl auf der Oberfläche der Rinde anderer Pflanzen sich einnisten, mitunter sogar in das Pflanzenparenchym gelangen, sich aber durch äußerste Genügsamkeit auszeichnen. Schon die Feuchtigkeit der Luft, ein Regentropfen, in welchem sich irgend welche geeignete Stoffe aufgelöst haben, reichen völlig aus, um diese Pilzgebilde zu sättigen. Dieselben bereiten daher den Pflanzen, auf welchen sie vegetiren, kein Verderben, und sind ihnen überhaupt fast unschädlich. Man nennt sie gewöhnlich Epiphyten, richtiger werden sie Saprophyten genannt.

Hierher gehören: *Penicillium glaucum* (Bl. C Fig. 10), die Ursache der grünen Flecken, welche sich auf Holzwerk zeigen, auf dem sich *Merulius* entwickelt; *Colletosporium atterrimum* (Fig. 11), welcher sich in den Rissen, Vertiefungen und Aushöhlungen der Hölzer einnistet; *Botrytis acinorum* (Fig. 12), welcher in Gestalt grauer Punkte auftritt; *Torula pulveracea* (Fig. 13), und noch eine große Anzahl anderer, seltener vorkommender Pilzformen.

III. Die Fäulnis gefällter und im Bau verwendeter Hölzer.

In den meisten Fällen, in denen sich Fäulnis an Hölzern zeigt, welche im Bau verwendet worden, liegt die Ursache an der Entwicklung des Pilzes *Merulius lacrimans* Fr., (auch *Merulius destruens* Pers., *Boletus lacrimans* Wulf, Dry-rot *Merulius*, *Mérule pleureur*, Hausschwamm, tropfender Aderschwamm, Holzpilz genannt). Nur in dem oben erwähnten Falle der durch Fäulnis zerstörten Kriegsschiffe war, wie man behauptet, eine unfruchtbare Form des Pilzes *Dematium* (*Xylostroma*) *giganteum* Chév. beteiligt. ¹⁾ R. Bentley ²⁾ hielt übrigens nicht den *Merulius lacr.* für die Ursache des „Dry-Rot“, sondern *Polyporus destructor*. ³⁾

Ingenieur K. F. Baumgarten beschreibt die von ihm beobachteten Entwicklungsstadien des *Merulius*, wie folgt: „Das mit dem Pilz behaftete Holz schien in der Mitte des

Balkens resp. Brettes noch gesund, näher zum Ende war es rötlich gefärbt und feucht; weiter zeigten sich kleine weiße Punkte, die, dem Schimmel ähnlich, immer häufiger wurden und schliesslich ineinanderfließend sich zu einem Gewebe weißer Fäden und Aeste in Fächerform gestalteten. Demächst sah man den üppig entwickelten Pilz in Gestalt eines zarten schneeweißen Flaums, etwa 45 mm hoch, von welchem an der unteren Fläche des Holzes ebensolche flaumartige, weiße Zapfen von Längen bis 177 mm herabhingen. Dieser flaumartige Pilz zeigte sich bedeckt mit kleinen Tropfen einer durchsichtigen Flüssigkeit. Noch näher zum Ende des Holzes war dieser Flaum augenscheinlich eingetrocknet und hatte sich in ein festes Gewebe der Myceliumstränge von weißer, brauner und schwarzer Farbe umgestaltet, unter welchem das Holz trocken, vielfach geritzt und morsch war. Ganz am Ende sah das Holz wie verkohlt aus, war schwarzbraun von Farbe, vollständig trocken, der Breite und Länge nach mit Rissen und mit Ueberresten ebenfalls zerstörten Pilzgewebes bedeckt und liefs sich leicht zwischen den Fingern zerreiben. An einigen Holztheilen waren die weißen flaumartigen Pilze gar nicht vorhanden, statt dessen nur dicke, verzweigte, weiße, filzige etwa 2,5 mm breite Adern, die von feineren Fäden überdeckt und durchwebt waren, oder auch nur braune und gelbliche Zweige.

An einer anderen Stelle erschien der Pilz (2 Monate, nachdem eine Diele gelegt war,) in Gestalt einer dicken lederartigen Haut in Fächerform mit schleimigen Rändern, von grauer Farbe, mit Seidenglanz und regenbogenartig schillernd.

Aus der Beschreibung sieht man deutlich, daß es wirklich der *Merulius lacrimans* war, welchen los zu werden nicht so leicht ist. Es ist bekannt, daß er zur Zeit sich im Londoner South Kensington-Museum angesiedelt hat und allen Bestrebungen zu seiner Vernichtung hartnäckig trotzt. ¹⁾ Sein Mycelium durchdringt das ganze Holz. Sich verflechtend, bildet es auf dessen Oberfläche runde oder unregelmäßige Scheiben (zuweilen von der Dicke eines Fingers, oder mehr); auf dieser Unterlage zeigen sich kleine Erhöhungen, welche mit Basidien, die je 4 Sporen tragen, bedeckt sind. Wir haben sonach, so zu sagen, einen Hutpilz ohne Stiel, dessen untere Fläche nach oben gekehrt ist. Junge Exemplare, zur Zeit, in der sie noch aus einer kleinen spinnwebegleichen Scheibe bestehen, wurden schon früher, sogar unter einem besonderen Gattungsnamen (*Himantia domestica*) beschrieben. ²⁾

Nach einem sehr treffenden Vergleich von Schacht erinnert der reife Pilz an die Reliefkarte irgend einer vulcanischen Insel. Die mit Basidien besetzten Erhöhungen verfließen ineinander in Form von Ringen, Vertiefungen, Bergen, Thälern etc., was die Aehnlichkeit noch sprechender macht.

Das aus keimenden Sporen entstandene Mycelium zeigt sich immer in Form eines weißen, hohen, aufrechtstehenden Flaums und ist mit Tropfen einer Flüssigkeit bedeckt, welche zuerst durchsichtig ist, später, durch die Gegenwart abgefallener Sporen verursacht, eine trübe milchweiße Farbe

¹⁾ Th. Howse, Liste des Hymenmycetes des environs de Londres (Bulet. d. I. Soc. bot. de France 1877. p. 345). Inst. Jahresbericht 1877. S. 64.

²⁾ Pabst, Cryptogamen-Flora. 1875. II. Pilze. S. 55.

¹⁾ Duchartre l. c. 845.

²⁾ A Manual of Botany. 4873. p. 705.

³⁾ Fries, Syst. Myc. I. 359.

annimmt,¹⁾ folglich geschieht die Absonderung der durchsichtigen Flüssigkeit nur so lange, als der Pilz noch nicht zu fructificiren begonnen hat.

Darauf beginnt die Periode der Strängebildung (ähnlich derjenigen der Rhizomorpha). Dabei werden die Holzfasern, auf denen der Strang läuft, grell gelb gefärbt. In ihrem hellen und durchsichtigen Innern befinden sich nämlich große gelbe ölartige Tropfen, und ebensolche Tropfen finden sich auch in den Zwischenräumen zwischen den Fäden; indem nun das Mycelium in die Holzfasern eindringt und zwischen ihren Zellen durchgeht, theilt dasselbe durch jenes Oel letzteren die gelbe Farbe mit.

Je fester das Gewebe der Myceliumfäden sich gestaltet, desto mehr verliert es seine ursprüngliche (flaumartige) Form, und es zeigen sich, etwa am fünften oder sechsten Tage nach Entstehung des Pilzes, die ersten Erhöhungen der Basidialschicht. Zugleich beginnen die Hyphen, welche ebenso wie das Mycelium keine Neigung zeigen, sich durch Querwandungen zu theilen, und ihre äußersten Zellen (an der Spitze) verdicken sich keulenförmig zu Basidien, aus denen 4 Sporen herauswachsen.

Die Sporen sind länglich, von brauner Farbe und enthalten oft in der Mitte einen oder mehrere Tropfen Oel; sie keimen ziemlich leicht, wie im Wassertropfen, so auch in Decocten (aus Himbeeren, Erdbeeren, Pferdedünger), ungefähr nach Verlauf von 24 Stunden, nachdem sie in die Flüssigkeit gethan worden sind.

Die Ränder der Pilzscheibe können gerade und glatt sein, etwas erhöht, oder aber auch verbrämt, zerzaust; im letzteren Falle ist es, als wenn der Pilz in Gestalt dicker verästelter Stränge zerfließt.

Die Farbe des Merulius ist im Allgemeinen gelb, mit weißen Rändern, doch sind die Nuancen der ganzen Scheibe sehr wechselnd: hier erscheint dieselbe rosa, dort lila, dann wieder braun, roth u. s. w. Nur in der Mitte, wo sich die sporenbesetzten Basidien befinden, ist die von den reifen Sporen abhängige gelblichbraune Farbe vorherrschend. Sobald diese Vermehrungsorgane abzufallen beginnen, bekommt das Innere der Scheibe ein bestäubtes Aussehen, als wenn auf dieser Stelle eine dünne Schicht Schnupftabak ausgestreut wäre. Dreht man die Scheibe um, nachdem man sie vom Holze losgelöst, so bietet sie meist eine glatte Fläche mit Seidenglanz; zuweilen ist sie jedoch nur an den Rändern frei, während die übrige Masse fest an's Holz geheftet ist.

Die Größe, in welcher der Merulius sich zeigt, ist verschieden, je nach dem Alter; man begegnet Exemplaren, welche mehr als einen halben Meter Durchmesser haben, bei einer Dicke von 13 bis 15 mm am Rande und bis 25 mm Dicke in der Mitte.

Was die verheerende Wirkung des Pilzes anbetrifft, so haben nicht so sehr die Myceliumfäden daran Antheil, welche nur in seltenen Fällen in's Innere der Holzellen eindringen, diese dann auch nie zerstören, als vielmehr der Saft, den die Gewebe des Pilzes absondern. Das Substrat (Balken, Fußbodenhölzer, Schalbretter u. dgl.) ist beständig durchdrungen von den Pilzabsonderungen. In der kranken Holzfaser lassen sich niemals irgend welche Oeffnungen erkennen,

und das ganze harte Gewebe läßt sich leicht zwischen den Fingern zerreiben, folglich ist die Zerstörung keine stellenweise, sondern eine vollkommene. Beim Austrocknen wird das kranke Holz spröde und außerordentlich leicht.

Die Geschwindigkeit, mit welcher der Pilz wächst, läßt sich ermessen aus einem von Krumbholz angeführten Beispiel: In einer Spalte der Diele war bei Beginn der Beobachtung kaum der Rand des Merulius zu sehen und nach 48 Stunden war er bis zu 200 mm hervorgewachsen, obgleich das Gewebe des Parasiten dick und fest war. Natürlich wächst das junge flaumartige Mycelium noch schneller.

Selbst der Gesundheit des Menschen ist der Merulius sehr schädlich! Die kleinen Sporen, welche von der leisesten Bewegung der Luft sich von der Oberfläche des Pilzes als kleine leichte Wölkchen erheben, gelangen in die Riech- und Athmungsorgane des Beobachters und verursachen die unangenehme Empfindung eines widrigen Geruches. Gerathen diese Vermehrungsorgane des Pilzes außerdem in Mund und Augen, so verursachen sie bei den Menschen, welche Räume bewohnen, in denen sich der Merulius eingenistet hat, krankhafte Anfälle, welche sich in Schwere des Kopfes, allgemeiner Entkräftung, Schläfrigkeit, Taubheit, Geschwulst des Halses, erschwertem Schlucken, Uebelkeiten u. dgl. äußern. Es kommt vor, daß ganze Familien an solcher Krankheit leiden, ohne daß man ahnt, wo der Grund des Erkrankens zu suchen sei.

Den Merulius in seiner ursprünglichen Form (*Himantia domestica*) trifft man nicht nur unter dem Fußboden an der unteren Fläche der Fußbodenbretter, an Balken etc., er gedeiht auch ausgezeichnet, indem er sich an den Wänden verbreitet, hinter großen schweren Möbeln, die oft Jahrelang nicht von der Stelle gerückt wurden; ja, er geht auch auf die Möbel selbst über, sie mit leichter durchsichtiger Decke umhüllend. Nur der widerwärtige faule Geruch verrieth den ungebetenen Gast.

Krumbholz behauptet sogar, daß der Merulius, wenn er sich auf irgend einem Balken gut festgesetzt und denselben zerstört hat, auf Steinfliesen, Fundamente und andere Gegenstände übergeht, sie hebt, zerbricht, in Pulver verwandelt und vernichtet.

IV. Mittel gegen die Fäulnis.

Die Anzahl der im Laufe der Zeit für die Vertilgung des Merulius, dieses so höchst gefährlichen Pilzes, in Vorschlag gekommenen Mittel hat bereits eine sehr beträchtliche Höhe erreicht. Ist auch nicht jedes derselben gleich sicher und anwendbar befunden, so dürfte es doch geboten erscheinen, Alles hier anzuführen, was bezüglich dieses Gegenstandes in der Literatur an Beachtenswerthem bekannt geworden ist.

Bereits 1801 war die Vitriollösung als Mittel gegen das Mycelium des Parasiten bekannt.²⁾ Krumbholz rath, alles von der Fäulnis ergriffene Holz sorgfältig zu entfernen und Balken wie Bretter durch eine Steinpflasterung mit guter Ausfüttung der Hohlräume durch Kalkschutt, welchem Eisenvitriol beizumengen ist, zu ersetzen; nach einer derartigen Behandlung habe der Merulius trotz der nassen Lage der Räume sich selbst nach Ver-

1) Pabst l. c. S. 55.

1) Dr. Jahn (Hufflands Journal Band LXII, St. VI, S. 3).

2) Synopsis fungorum. 1801. Pars prima, p. 497.

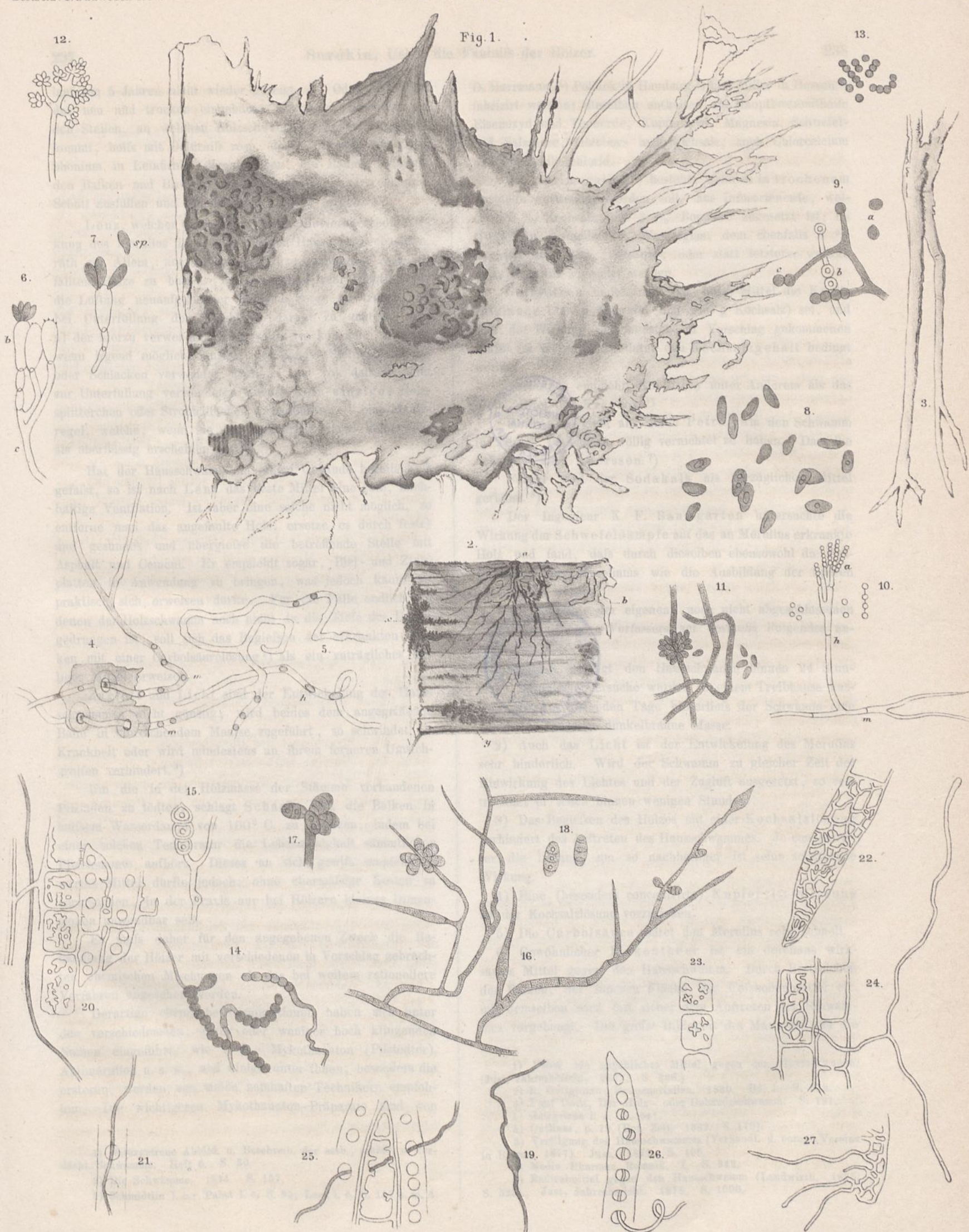


Fig. 1, 2 u. 3 in natürlicher Gröfse.

Fig. 4 - 27 in 600 facher Vergrößerung.

lauf von 5 Jahren nicht wieder gezeigt. — Oder man solle das neu und trocken eingebaute Holzwerk, besonders an den Stellen, an welchen Holzschwamm gern zum Vorschein kommt, heifs mit Oelfirnifs resp. einer Auflösung von Colophonium in Leinfirnifs überstreichen, die Räume zwischen den Balken und Brettern mit Kohlenpulver und trockenem Schutt ausfüllen und für mäfsigen Luftzug sorgen.¹⁾

Lenz, welcher Gelegenheit hatte, die verheerende Wirkung des Merulius in seinem eigenen Hause zu beobachten, räth vor Allem, aus trockenem, zu geeigneter Zeit gefälltem Holze zu bauen. Sodann sei es sehr wichtig, für die Lüftung neuaufgeführter Gebäude Sorge zu tragen und bei Unterfüllung der Fußböden darauf zu achten, dafs a) der hierzu verwendete Sand völlig trocken sei, b) dafs, wenn irgend möglich, anstatt des Sandes Steinkohlenasche oder Schlacken verwendet würden, und c) dafs in dem zur Unterfüllung verwendeten Schutt kein einziges Holzsplitterchen oder Strohählmchen vorhanden sei — eine Maafsregel, welche, wenn sie nur ausführbar wäre, keineswegs als überflüssig erscheinen dürfte.

Hat der Hausschwamm in einem Gebäude bereits Fuß gefafst, so ist nach Lenz das beste Mittel eine gute, nachhaltige Ventilation. Ist aber eine solche nicht möglich, so entferne man das angefaulte Holz, ersetze es durch festes und gesundes und übergieße die betreffende Stelle mit Asphalt und Cement. Er empfiehlt sogar, Blei- und Zinkplatten in Anwendung zu bringen, was jedoch kaum als praktisch sich erweisen dürfte. Für die Fälle endlich, in denen der Holzschwamm noch nicht in die Tiefe des Holzes gedrungen ist, soll sich das Begießen der erkrankten Balken mit einer Carbolsäurelösung²⁾ als ein zuträgliches billiges Mittel erweisen.

Zugluft und Licht sind der Entwicklung des Hausschwammes nicht günstig; wird beides dem angegriffenen Baue in hinreichendem Maafse zugeführt, so schwindet die Krankheit oder wird mindestens an ihrem ferneren Umsichgreifen verhindert.³⁾

Um die in der Holzmasse der Stämme vorhandenen Pilzfäden zu tödten, schlägt Schacht vor, die Balken in heifsem Wasserdampf von 100° C. zu erhitzen, indem bei einer solchen Temperatur die Lebensfähigkeit sämtlicher Pilzelemente aufhört. Dieses an sich gewifs empfehlenswerthe Mittel dürfte jedoch, ohne übermäfsige Kosten zu verursachen, in der Praxis nur bei Hölzern kleiner Dimensionen anwendbar sein.

Es mufs daher für den angegebenen Zweck die Behandlung der Hölzer mit verschiedenen in Vorschlag gebrachten chemischen Mischungen als das bei weitem rationellere Verfahren angesehen werden.

Derartige chemische Compositionen haben sich unter den verschiedensten, mehr oder weniger hoch klingenden Namen eingeführt, wie z. B.: Mykothanaton (Pilztödter), Antimerulion u. s. w., und einige unter ihnen, besonders die ersteren, werden von vielen namhaften Technikern empfohlen. Die wichtigeren Mykothanaton-Präparate sind von

1) Naturgetreue Abbild. u. Beschreib. der essb., schädli. u. verächt. Schwämme. Heft 6. S. 30.

2) Die Schwämme. 1874. S. 157.

3) Schmidlin l. c.; Pabst l. c. S. 55; Lenz l. c. S. 157 u. m. A.

O. Herrmann,¹⁾ Pollack in Hamburg²⁾ und Miller in Hessen³⁾ fabrizirt worden; dieselben enthalten als Hauptbestandtheile Eisenoxyd und Thonerde, Kupferoxyd, Magnesia, Schwefel- und Salzsäure, Glauber- und Kochsalz, auch Chlorcalcium und Quecksilberchlorid.

Das Antimerulion⁴⁾ besteht, wenn es in trockenem Zustande verwendet werden soll, aus Infusorienerde, welcher 6 % Kochsalz und 3 % Borsäure zugesetzt ist; im flüssigen Zustande aus Wasserglas, dem ebenfalls 6 % Kochsalz und 7 % Borsäure, oder statt letzterer weitere 3 % Kochsalz zugesetzt werden.

Gottgetreu findet, dafs das beste Mittel die Kochsalzlauge (187 g Schwefel und 250 g Kochsalz) sei, und dafs die Wirkung der meisten in Vorschlag gekommenen Mittel im Wesentlichen durch den Kochsalzgehalt bedingt werde.

Außerdem empfiehlt Berkeley unter Anderem als das beste Mittel das Kreosot.⁵⁾

Kellner⁶⁾ giebt an, durch Petroleum den Schwamm in seinem Badehause völlig vernichtet zu haben. Dasselbe behauptet auch Luerssen.⁷⁾

Ferner wird der Sodakalk als vorzügliches Mittel gerühmt.⁸⁾

Der Ingenieur K. F. Baumgarten untersuchte die Wirkung der Schwefeldämpfe auf das an Merulius erkrankte Holz und fand, dafs durch dieselben ebensowohl die Entwicklung des Myceliums wie die Ausbildung der Sporen unterdrückt werde.

Als Resultate der eigenen, noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen des Verfassers sei vorläufig Folgendes angeführt:

1) Zugluft vertilgt den Hausschwamm binnen 24 Stunden. Bezügliche Versuche wurden in einem Treibhause ausgeführt. Am folgenden Tage hinterliefs der Schwamm eine verdorrte, runzelige dunkelbraune Masse.

2) Auch das Licht ist der Entwicklung des Merulius sehr hinderlich. Wird der Schwamm zu gleicher Zeit der Einwirkung des Lichtes und der Zugluft ausgesetzt, so vertrocknet er schon binnen wenigen Stunden.

3) Das Begießen des Holzes mit einer Kochsalzlösung verhindert das Auftreten des Hausschwammes. Je concentrirter die Lösung, um so nachhaltiger ist seine schützende Wirkung.

4) Eine (besonders concentrirte) Kupfervitriollösung ist der Kochsalzlösung vorzuziehen.

5) Die Carbolsäure tödtet den Merulius sehr schnell.

6) Gewöhnlicher Birkentheer ist ein durchaus wirksames Mittel gegen den Hausschwamm. Durch Bestreichen der Balken, der inneren Fläche der Fußbodenbretter etc. mit demselben wird fast sicher dem Auftreten des Schwammes vorgebeugt. Die grofse Billigkeit des Materials und die

1) Ueber ein angebliches Mittel gegen den Hausschwamm. (Just, Jahresbericht. 1877. S. 868.)

2) R. Gottgetreu, Baumaterialien. 1880. Bd. I. S. 539.

3) Paul Dorn, Der Holz- oder Gebäudeschwamm. S. 121.

4) Gottgetreu l. c. S. 541.

5) Outlines, p. 72 (Bot. Zeit. 1862. S. 179).

6) Vertilgung des Hausschwammes (Verhandl. d. naturf. Vereins in Brünn. 1877). Just, 1877. S. 105.

7) Medic. Pharmac. Botanik. I. S. 342.

8) Radicalmittel gegen den Hausschwamm (Landwirth. 1875. S. 523)., Just, Jahresbericht. 1875. S. 1000.

Einfachheit seiner Verwendung machen den Birkentheer zu einem der bequemsten und praktischsten Mittel gegen diese Krankheit. —

Schließlich ist die Mehrzahl der Forscher zu der Annahme geneigt, das Auftreten des Hausschwammes werde besonders dadurch bedingt, daß das zum Gebäude verwendete Holz im Saft, also zu nicht geeigneter Zeit gefällt sei.¹⁾ Wenn demnach, wie dem Verfasser scheint, dafür Sorge getragen wird, daß das Fällen des Holzes zu der Zeit bewerkstelligt werde, in welcher die Knospen noch geschlossen (November, December, Januar), so könne dasselbe ohne jede Gefahr vor *Merulius* verwendet werden.*)

Aus all' den Mittheilungen des vorstehenden Aufsatzes geht eigentlich erst recht hervor, wie viel noch gethan werden muß, um die hier behandelte Frage ihrer endgiltigen Lösung zuzuführen. Einen entscheidenden Schritt in dieser Hinsicht hat R. Hartig in seiner bereits oben erwähnten Abhandlung („Zersetterscheinungen des Holzes“, 1878) gethan, deren Ausführungen sich auch der Verfasser anschließt und welche derselbe in einer demnächst erscheinenden Abhandlung eingehend zu besprechen beabsichtigt.

Zum Schlusse folgt noch eine Beschreibung der auf Blatt C nach der Natur, und zwar Fig. 1 — 3 in natürlicher Gröfse, Fig. 4 — 27 in 600 facher Vergrößerung dargestellten Abbildungen.

Fig. 1. Hälfte eines jungen Exemplares des *Merulius lacrimans*.

Fig. 2. Stück eines Brettes, auf welchem sich das Mycelium des *Merulius* entwickelt hat. *a* Myceliumfäden, welche dem Holze eine gelbe Färbung verleihen; *b* aus den Fasern entstandene Stränge; *x* dunkelgefärbte Flecken in den Spalten und Vertiefungen des Brettes, welche von entwickeltem *Colletosporium* (Blaufäule?) bedingt werden; *y* *Torula* in Gestalt von schwarzen Pünktchen, *z* grüne Wucherungen des *Penicillium*.

Fig. 3. Myceliumstränge von der Oberfläche eines Brettes.

Fig. 4. Membran der Holzzellen; durch die Tüpfelräume laufen Myceliumfäden (*m*), gelbgefärbte Oeltropfen enthaltend.

Fig. 5. Isolierte Myceliumfasern, erfüllt mit Oeltropfen. Ohne Querwandungen.

Fig. 6. Die Fasern (*c*) verzweigen sich, sind durch Querwandungen getheilt und an ihren Enden zu Basidien (*b*) verdickt. Links ein Basidium mit jungen Sporen; rechts

1) E. Rego, Naturgeschichte des Pflanzenreiches p. 195. — Schmidlin, Populäre Botanik. S. 554 u. m. a.

*) Durch zahlreiche Untersuchungen ist festgestellt worden, daß die Fällzeit des Holzes ohne allen Einfluß auf die Entwicklung des Hausschwammes ist, und daß dieselbe nur durch zweckentsprechende Behandlung des Holzes nach dem Fällen verhindert werden kann. Von ganz besonders günstigem Erfolge ist es, wenn das Holz nach dem Fällen längere Zeit im Wasser liegt, weil dadurch alle Krankheitskeime getödtet, und die Säfte, die den Mycelien die beste Nahrung liefern, ausgelaugt werden. Holz, das dauernd unter Wasser bleibt, erliegt, wie alte auf Pfahlrost gegründete Bauwerke beweisen, überhaupt nicht dem *Merulius*. Anm. d. Red.

ein Basidium mit kleinen Stielen, welche nach den abgefallenen Sporen zurückgeblieben sind.

Fig. 7. Basidium mit reifen Sporen, die eine ist abgefallen.

Fig. 8. Sporen des *Merulius*.

Fig. 9. Myceliumfäden aus anscheinend gesundem Fichtenholze. Die Fäden sind entweder braun gefärbt oder (in der Jugend) farblos, schnüren runde Zellen ab. Diese Zellen erscheinen zu je 2 oder 4 vereinigt (*c*), oder sitzen einzeln. Im Keimen wurden sie nie bemerkt. *a* einzelne Zelle; *b* junge und ungefärbte Zellen.

Fig. 10. *Penicillium glaucum*. Ganzes Pflänzchen mit Mycelium (*m*), einer Hyphe (*h*) und Sporenwipfel (*a*). Links abgefallene Sporen, rechts — eine ganze Sporenkette. (Charakteristisch sind die Zwischenfäden, welche die einzelnen Fortpflanzungsorgane mit einander verbinden).

Fig. 11. *Colletosporium aterrimum*. Auf dunkelgefärbten Hyphen, und zwar auf ihrer ganzen Länge, sind Haufen von länglichen Sporen ohne scheinbare Ordnung bald hier, bald dort gruppiert. Beim Bereiten der Präparate fallen die Sporen leicht ab. In dieser Pilzform zeigen Hyphen und Mycelium keinen Unterschied. Rechts — einige einzelne längliche Sporen.

Fig. 12. *Botrytis acinorum*. Oberer Theil der Hyphe mit Sporenhaupt. Mycelium nicht dargestellt.

Fig. 13. *Torula pulveracea*. Reihen schwarzer Sporen, so wie einzelne Fortpflanzungsorgane.

Fig. 14. *Xenodochus ligniperda*. Reihen braungefärbter Sporen (nach Willkomm).

Fig. 15. Junge Sporenreihe des *Xenodochus* (noch nicht gefärbt).

Fig. 16. *Rhynchomyces violaceus* Willk. (nach Willkomm).

Fig. 17. Sporenhaupt des *Rhynchomyces*.

Fig. 18. Einzelne *Rhynchomyces*-Sporen.

Fig. 19 — 27. Sterile Myceliumfäden aus einem anscheinend gesunden Fichtenstamme. (Nach dem Präparate gezeichnet.)

Fig. 19. Aus dem Holze gelöstes Mycelium. In der Mitte ist eine Verdickung zu sehen.

Fig. 20. Ein durch die Zellen laufender Myceliumfaden.

Fig. 21. Ein durch die Tüpfel laufender Myceliumfaden.

Fig. 22. Eine Holzzelle mit Zeichnungen an den Wänden, herstammend von den Myceliumfäden. Die Fäden selbst sind bereits nicht mehr vorhanden.

Fig. 23. Aehnliches Präparat aus Markstrahlzellen.

Fig. 24. Ein Myceliumfaden dringt in den Raum der Zelle und verzweigt sich in demselben.

Fig. 25, 26. Myceliumfäden durchziehen die Zellen, zerstören aber deren Wandungen nicht, sondern suchen sich durch die Tüpfelräume einen Durchgang zu verschaffen.

Fig. 27. Myceliumfäden, welche sich in der Zellmembran selbst eingeknistet haben.

Literatur.

Die Baukunst des Mittelalters in Italien, von den ersten Anfängen bis zu ihrer höchsten Blüthe. Von Dr. phil. Oskar Mothes. Mit ca. 200 Holzschnitten und 6 Farbendrucktafeln. — Jena, Hermann Costenoble. 1882 — 83.

Nicht ohne eine gewisse Wehmuth sieht der Deutsche, die vaterländische Kunstgeschichte so vielfach noch im Argen wissend, jahraus jahrein das Heer der Forscher über die Grenzen hinausziehen zu mehr oder weniger beneidenswerthen Eroberungen auf „klassischem“ Boden, und immer scheint die Zeit noch recht fern zu liegen, die vor 30 Jahren ein patriotischer Schriftsteller glaubte anbrechen zu sehen, die Zeit, in der wir von den Werken unsrer Vorfahren bald ebensoviel wissen würden als von denen der Römer und Griechen. Da man sich aber an diese Lage der Dinge bereits vollständig gewöhnt hat, so hindert Nichts an der objectiven Freude über Bemühungen, die man vielleicht an einer andern Stelle lieber hätte sich geltend machen sehen. Das Erscheinen des vorliegenden Werkes kann man mit Genugthuung begrüßen. Das Buch, auf 4 Hefte berechnet, von denen 3 bereits erschienen sind, beabsichtigt die Baugeschichte des italienischen Mittelalters zu schreiben unter vollständiger Berücksichtigung der vorhandenen Literatur und unter Verwerthung mannichfacher Localstudien des Verfassers. „Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, ohne jede vorgefaßte Meinung die bisher als geltend angesehenen Ansichten über den Gegenstand an der Hand der Resultate seiner eigenen, sowie der neuesten italienischen etc. Forschungen zu prüfen, da, wo diese Resultate jene Ansichten bestätigen, das freudig zu bekennen, da aber, wo dies nicht der Fall, ohne Scheu, aber auch ohne jede tendenziöse Tadelsucht zu widerlegen, . . . endlich aber auch die bisher gebliebenen Lücken, soweit dies die neuern Forschungen gestatten, auszufüllen.“ Von vornherein kann dem Buche zugestanden werden, daß das verarbeitete literarische Material ein enormes ist und daß dasselbe überall, wo Referent der Sache nachgehen konnte, vom Verfasser an den Quellen selbst controlirt erschien, ferner aber, daß Mothes thatsächlich die große Menge der Monumente an Ort und Stelle geprüft hat. Letzteres wird schon durch die zahlreichen neu beigebrachten Zeichnungen erwiesen. Von vornherein will ich auch sagen, daß es in allen Partien des Buches sehr wohlthuend berührt, bei Beschreibung und Beurtheilung technischer Dinge, die ja in der Baugeschichte eine so große Rolle spielen, den Techniker reden zu hören, der hier manches Kriterium aufstöbert, das für den nur allgemein gebildeten Forscher nicht vorhanden ist.

Gehen wir zu einer kurzen Inhaltsangabe über: In einer längeren Einleitung beleuchtet der Verfasser das Auftauchen der ersten Keime einer neuen Kunst im Verfall des römischen Styls. Er bespricht den Einfluß des allmählig eindringenden und schließlichs zur Herrschaft gelangenden Christenthums auf das Aufkommen neuer Formen in der Bauanlage, sowie die Bedeutung, welche der in Italien immer mehr um sich greifenden Mischung der Nationalitäten zugesprochen werden muß. Die wichtigen, den Keim vieles Neuen in sich tragenden Bauten der letzten heidnischen Kaiser werden geschildert, besonders eingehend das merk-

würdige Spalato. Im Ganzen wird nachgewiesen, wie auf den drei Hauptgebieten der Architektur, auf dem der Technik durch erleichternde Fortschritte, auf dem der Disposition durch die nicht mehr zurückzuweisenden Anforderungen nordischer und orientalischer Volkselemente, auf dem der Charakteristik durch ebendieselben und die Consequenzen der christlichen Anschauung, mitten im Verfall einer alten Kunst sich so mancher Ansatz bildet, welcher nur der günstigen Gelegenheit zu reicher Entwicklung harret.

Es folgt ein Ueberblick über die politische Geschichte Italiens bis zum Schluß des Mittelalters, der einigermaßen deplacirt erscheint. Es wird nicht viele Leser geben, welche es unternehmen, sich bei gerade dieser Gelegenheit durch eine trockene Fülle von Jahreszahlen und Thatsachen durchzuarbeiten, die schließlichs doch der Mehrzahl nach des Zusammenhangs mit den Dingen der Kunstgeschichte ermangeln. Zudem möchte Verfasser nicht überall den besten Quellen gefolgt sein, wie mir wenigstens scheinen will, wenn am Schluß dieses Abschnittes das Auge auf die Mittheilung fällt, daß im 12. Jahrhundert Istrien und Dalmatien unter den Grafen von Andechs gestanden habe, während der betreffende Herzogstitel dieser Grafen thatsächlich nur ein Anspruchstitel des Reiches gegen Ungarn oder Venedig war.

Das erste Capitel ist betitelt: Entwicklung der mittelalterlichen Formen aus den altchristlichen. Es beginnt damit die Aufzählung und Charakterisirung der mittelalterlichen Monumente. Von den sonst gebräuchlichen Eintheilungsprincipien ist der Verfasser abgegangen. Nach der von ihm beliebten Gliederung wird zunächst eine große Gruppe von über das ganze Gebiet zerstreuten Bauten herausgesondert, an deren sich entwickelnden Formen nur einzelne schwache Kennzeichen sonderheitlicher Gestaltung infolge des Einflusses nationaler und confessioneller Verschiedenheit sichtbar werden. Hier gilt noch einheitliche Zusammenfassung, während da, wo jener Einfluß eingreifender erscheint, eine Trennung in Einzelgruppen beginnt. Bei letzterer will Mothes mehr stylistische als geographische Principien maßgebend machen. Beide führen nämlich zu verschiedenartigen Resultaten. Dieses erste Capitel, die mehr in den Grenzen der eigentlich lateinischen Weise sich haltenden, gegen fremde Einflüsse ziemlich unzugänglichen Werke behandelnd, beginnt mit Bauten des vierten Jahrhunderts und schließt mit solchen vom Ende des zehnten. Es werden 102 Basiliken, 23 Rundbauten und 27 Anlagen über dem Quadrat oder griechischen Kreuz besprochen. Von großem Interesse ist eine am Schlusse dieses Capitels folgende, statistisch vorgehende „Uebersicht der Entwicklung“. Nach den hier gezogenen Resultaten erscheint z. B. die oft ausgesprochene Ansicht, mit Querschiff seien namentlich große Kirchen versehen worden, nicht stichhaltig. Emporen scheinen zeitiger vorzukommen, als bisher angenommen wurde. Die Confessio tritt anfangs als bloße Grube auf und wird erst zwischen 385 und 404 zu einem größeren Raume ausgebildet. Hellbeleuchtete Absiden sind vorzugsweise eine Eigenheit arianischer Kirchen. Was die Verbindung der Stützen mittelst Bögen oder mittelst gerader Sturze angeht, so ist eine Sonderung zweier zeitlich von einander getrennter Gruppen von Werken nicht aufrecht zu erhalten. Fenster

mit schrägen Laibungen kommen zuerst gegen Ende des 7. Jahrhunderts vor. Der horizontale Sims am Fuße der Giebel fehlt vereinzelt von 425 ab.

Das zweite Capitel behandelt die Ostgothenbauten und wird vom Verfasser mit einer Beleuchtung der Hypothese Carlo Troya's vom Zusammenhang der Baukunst der Ostgothen mit der sogenannten gothischen Baukunst des 13. ff. Jahrhunderts begonnen, welche Beleuchtung heut zu Tage wohl sehr allgemein als gegenstandslos betrachtet werden wird. Mothes freilich hat ja, wie sich vor einiger Zeit gelegentlich des Erscheinens von Graf's Opus francigenum herausstellte, über die Herkunft der Gothik seine absonderlichen Ansichten, mit denen er indess gewiß niemals viel Glück machen wird. Die Bauhätigkeit beginnt mit Theoderich und dauert in Ausläufern fort bis gegen das Jahr 600.

Die lombardischen Bauten bilden den Gegenstand des dritten Capitels. Es handelt sich unter diesem Titel erstlich um diejenigen Denkmäler, welche den Longobarden direct oder indirect zuzuschreiben und über die verschiedensten Theile Italiens verstreut sind, zweitens aber um die, welche in der Lombardei nach dem Sturze der Longobarden entstanden sind. Beide Klassen sind des stylistischen Zusammenhangs wegen in Verbindung gebracht, und es läßt sich hier, wie überhaupt dem Eintheilungsprincip gegenüber, etwas Stichhaltiges kaum vorbringen. Das von Seite 233 bis 411 über die eigentlichen Longobarden-Bauten Mitgetheilte ist wohl geeignet, auf Veranlagung und Thätigkeit des betreffenden Volkes manches wichtige und neue Streiflicht zu werfen. Die aufgeführten Monumente beginnen mit der Zeit um 570 und schliessen ab gegen 1076, in welchem Jahre der letzte Herrscher Longobardischen Stammes der Gewalt entsagte. Nunmehr sich vorläufig auf die Lombardei beschränkend und zu den mittelalterlichen Bauten im engeren Sinne übergehend, beginnt der Verfasser, sich bei der Beschreibung der Bauwerke kürzer zu fassen. Das Ende dieses Abschnittes liegt noch nicht vor.

Was die Einzelheiten angeht, so wird sich der fachlich gebildete Leser schon zu Anfang des Werkes durch die sachverständige Kritik von Pola angesprochen fühlen (S. 8 ff.). S. 17 tritt Mothes, wenn auch nicht mit der wünschenswerthen Entschiedenheit, gegen die so lange schon und so vielfach colportirte Phrase von der Unverträglichkeit des antiken Capitäls mit einem direct aufgelagerten Bogenanfang auf, eine Phrase von so seltener Ungereimtheit wie wenige. Ein Bogenanfang auf dem Capital (auf dem jonischen natürlich nur ein zweiseitiger) ist in seiner Anordnung genau so gerechtfertigt und „ungerechtfertigt“, organisch und „unorganisch“, logisch und „unlogisch“ motivirt, wie die Auflagerung der Architrave.

Begrüßenswerth erscheint S. 21 die Ehrenrettung des Diocletians-Palastes, dem einst Kugler nur ein starres, schweres, kümmerliches Gepräge, dessen Meister er nur Unvermögen und Greisenhaftigkeit vorzuhalten wufste. Gesagt hätte hier noch werden können, daß der Keilschnitt in den Sturzen zu gelegentlicher Umwandlung des Sturzes in einen Bogen, etwa an ausgezeichneter Stelle wie auf der Mittelaxe unter dem Giebel der großen Halle, einen Constructeur geradezu herausfordern mußte. S. 199 ff. versucht der Verfasser eine Restauration des Theoderich-Grabes, welche viel Ueberzeugendes hat und meiner Ansicht nach unter den

vorliegenden Hypothesen den Preis verdient. Der landläufigen Meinung übrigens, daß die sog. Henkel des gewaltigen Decksteins zum Aufziehen beim Versetzen gedient, hätte Mothes direct entgegenzutreten sollen. Es ist ja thöricht, an ein Versetzen nach dieser Art überhaupt zu denken. Wie soll man sich denn das Gerüst vorstellen, an welchem diese gewaltige Masse von 8—9000 Centnern Monate und vielleicht Jahre lang in der Luft hätte schweben müssen, über den Köpfen der mit Aufführung der Mauern beschäftigten Arbeiter? Oder soll eine vorhergehende Ausführung der Mauern und ein Aufschwenken des Deckels mittelst eines Krahren angenommen werden? Dieser Krahn ist erst recht undenkbar. Nein, in Wahrheit ist der Stein auf einer mächtigen Rampe auf das zeitweilig voll ausgefüllte Gebäude hinaufgewälzt worden, wie die Deckelsteine aller germanischen und keltischen Denkmäler auf ihre Unterlagen. In Höhe der Walzen hat man zuletzt die obere, so interessant profilirte Gesimsschicht stückweise eingeschoben.

Einleuchtend ist, was Mothes S. 237 ff. über die Comacinesischen Maurer sagt, sehr dankenswerth die Bereicherung der Denkmalkunde des 10. Jahrhunderts (S. 347 ff.).

Gilt es, bezüglich dieses oder jenes Punktes eine abweichende Meinung zu äußern, so ist Referent der Ansicht, daß zunächst am Eingange des Buches die Herrlichkeit der älteren römischen Architektur und die hervorragende Begabung der Römer als Architekten nicht zu genügender Anerkennung kommt. Eine wirklich gerechte Würdigung wird die Römer stets als Architekten ersten Ranges anerkennen müssen; mit einer Wiederholung der hergebrachten Aussprüche von der inneren Unverträglichkeit der griechischen Gebäckformation und des italischen Bogenbaues ist nichts gethan, diese Unverträglichkeit wohl auch thatsächlich gar nicht vorhanden. Die gelegentlich ausgesprochene Ansicht, daß Schaft und Capital, sogar Basis der Säule sich in Verhältniß und Profil hätten modificiren müssen, sobald es Bögen und nicht mehr Architrave zu tragen galt, scheint mir zu den weniger haltbaren Leistungen zu gehören. An manchen Stellen gewinnt man den Eindruck, als würden Monumente oder Theile derselben zu früh datirt. Am häufigsten ist dies in dem die älteren Longobarden-Bauten behandelnden Theile des Buches der Fall. Ueberhaupt müßte es ein viel gründlicheres Eingehen in das Buch und seine Quellen sein, welches dem Verfasser in alle Einzelheiten der Datirung und Chronologie hinein folgen wollte. So eingehend beurtheilt kann ein derartiges Buch auch nur angesichts der Monumente werden. Neben mancher Aufstellung, die der Prüfung vom Schreibtisch aus in der That als unanfechtbar erscheint, finden sich Resultate, deren Zuverlässigkeit weniger einleuchtet, und von denen dieses und jenes mit der Zeit auch wohl berichtigt werden wird. Der Verfasser äußert sich übrigens hinsichtlich der Sicherheit der Ergebnisse seiner Arbeit überall durchaus bescheiden.

In sprachlicher Beziehung wäre Einiges zu erinnern. Weshalb in Eile aufgeführte Bauten wiederholt Bauten à la hâte genannt werden, ist unverständlich, ebenso, daß Zeichnungen, die zum ersten Mal mitgetheilt, mit dem französischen inédit, inédits gekennzeichnet werden. Einmal wird ein Bauwerk beschrieben: „Es ist ein Kreis mit acht großen Nischen.“ Ausdrücke wie „Entwerfer“ sind nicht schön. Die Illustrationen, allergrößtentheils neu und nach

eigenen Aufnahmen gezeichnet und Manches bringend, was noch nicht veröffentlicht, hätten im allgemeinen größer gehalten werden sollen, besonders aber würden gewiß viele Leser für eine weitläufigere Vertheilung auf dem Papier dankbar gewesen sein, selbst wenn diese den Preis des Buches etwas erhöht haben sollte. Auf S. 451 sind in einem Raum von 11 mal 2 cm nicht weniger als 36 Figuren zusammengedrängt, darunter vollständige Façaden und Façaden-systeme!

Ein abschließendes Urtheil über das Buch muß bis nach Vollendung desselben ausgesetzt bleiben. Möchte es dem Verfasser gelingen, die eigentlichen Ergebnisse seiner Arbeit im letzten Theile seines Werkes noch einmal kurz, klar gegliedert und gut lesbar darzulegen. Dergleichen ist ja bekanntlich nicht leicht. Dafs sein Buch zur Ausfüllung einer jener vielberufenen „Lücken“ wirklich beiträgt, und dafs er sich mit der Herausgabe desselben ein Verdienst erworben hat, kann man aber schon jetzt sagen. C. Schäfer.

Funfzig Entwürfe zu Ladenvorbauten, Schaufenstern und Waarenauslagen nebst den inneren Einrichtungen, Ladenschränken und Ladentischen etc. In Renaissance und modernem Styl, sowohl für einfache als höhere Ansprüche, herausgegeben von August Graef, Bildhauer und Zeichenlehrer zu Erfurt. 24 Folio-tafeln. Weimar 1883. Bernhard Friedrich Voigt.

Bei der Veröffentlichung des vorgenannten Werkes ist ein doppelter Zweck in's Auge gefaßt: die Tafeln sollen 1) für die Werkstätte nutzbar sein und 2) als Vorlagen zum Copiren in gewerblichen Zeichenschulen dienen.

Wenngleich anerkannt werden muß, dafs der Verfasser die Mühe nicht gescheut hat, um durch das vorliegende Spezialwerk obige Gesichtspunkte zu erreichen, so scheint doch dasselbe in mancher Beziehung noch der Vervollständigung bedürftig.

Es wird zunächst ein erläuternder Text vermißt, welcher, wenn auch nur in gedrängter Kürze, Angaben über Material, Construction, Herstellung und Kosten der projectirten Gegenstände zu enthalten hätte. Eine derartige Erläuterung würde um so zweckdienlicher gewesen sein, als der Verfasser das Werk auch für Anfänger bestimmt hat, und diese sich naturgemäfs schwieriger in die lediglich zeichnerischen Vorlagen hineinfinden können.

Wenigstens hätten auf den einzelnen Tafeln kurze erklärende Bemerkungen über die genannten Punkte gemacht, auch der leichteren Orientirung halber die Durchschnitte in der üblichen Weise mit Buchstaben bezeichnet sein müssen.

Nicht minder wären von den Constructionen und Profilen Detailzeichnungen mit beigelegten Maafsen erwünscht gewesen, da dieselben für die Werkstätte, noch mehr aber für gewerbliche Zeichenschüler unentbehrlich sind. Was die stylistische Ausbildung betrifft, so ist bei den Entwürfen zu den Schaufenstern und Ladenvorbauten die Gliederung, z. B. der Gesimse, Säulen, Verdachungen incl. Inschriften p. p., der Steinarchitektur entlehnt. Berechtigt aber die auf den Zeichnungen sichtbare Maserung der Flächen zu dem Schlusse, dafs der Verfasser die Entwürfe in Holz ausgeführt wissen will, so würden dieselben durch bessere Entwicklung der Kunstformen aus dem Material heraus noch einer Vervollkommnung fähig sein, insbesondere hätten die aus der

natürlichen Beschaffenheit des Holzes sich ergebenden Fasungen, Ueberblattungen, Verschneidungen u. s. w. stylistisch ausgebildet werden müssen.

Besser befriedigen in dieser Beziehung die Entwürfe zu den Schränken, Tischen und inneren Ausstattungsgegenständen.

Schließlich wäre dem Verfasser zu empfehlen, bei einer etwaigen neuen Auflage, resp. bei anderen Entwürfen auf diesem Gebiete auch die Beschlagtheile zur Darstellung zu bringen. Diese stehen im engsten Zusammenhange mit den Gesamtentwürfen; sie müssen sich passend und zweckentsprechend den Holzflächen anschließen und im Charakter metallischer Gegenstände derartig ausgebildet werden, dafs sie dem Ganzen zur Zierde gereichen.

Wenn nun mit dem Vorstehenden versucht worden ist, dem Verfasser Anregung zur Beseitigung einiger Lücken und schwachen Punkte in seinem Werke zu geben, so sollen doch keineswegs die Vorzüge desselben, welche in einer vorzüglichen Ausführung der lithographischen Darstellung und in einer klaren Uebersicht des behandelten Gegenstandes gipfeln, unbeachtet bleiben, vielmehr halten wir dafür, dafs dieses in der Wahl des Themas originelle Spezialwerk auch schon in seiner gegenwärtigen Gestalt Vielen eine willkommene Gabe sein wird, und wohlgeeignet ist, demjenigen, der auf diesem Gebiete Neues schaffen will, eine schätzenswerthe Anleitung zu gewähren.

Die Anlage von Arbeiterwohnungen vom wirtschaftlichen, sanitären und technischen Standpunkte mit einer Sammlung von Plänen der besten Arbeiterhäuser Englands, Frankreichs und Deutschlands, dargestellt von Rudolf Manega, Oberinspector der k. k. priv. österr. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft und gew. Baudirector der rumänischen Eisenbahnen. Zweite durchgesehene und vermehrte Auflage.

Das vorliegende Werk giebt auf 170 Druckseiten und einem Atlas von 16 Tafeln einen beachtenswerthen Beitrag zur Lösung der ebenso wichtigen wie schwierigen Frage der Arbeiterwohnungen. Nachdem auf die Anforderungen speciell eingegangen ist, welche die Arbeiterwohnung zu erfüllen hat, und dabei namentlich die ethische und sanitäre Seite in anerkannter Weise gewürdigt worden ist, geht der Verfasser dazu über, in einer reichhaltigen, durch Wort und Bild erläuterten Sammlung vorzuführen, was bisher auf diesem Gebiete geleistet wurde. Den zahlreichen Abbildungen der wichtigsten und best bewährten Arbeiterhäuser sind schliesslich einige werthvolle Angaben über Baukosten und über statuarische Bestimmungen gemeinnütziger Arbeiterhaus-Baugesellschaften etc. beigegeben. Wenn wir auch der im Vorwort vom Verfasser ausgesprochenen Ansicht beistimmen, dafs die mitgetheilten Beispiele selten zur unmittelbaren Nachahmung geeignet sein werden, so bildet das vorliegende Werk, insofern es einen Ueberblick über das Vorhandene gewährt, doch einen wichtigen Ausgangspunkt für weitere Fortschritte auf dem Gebiete des Arbeiterwohnhaus-Baues, und kann allen Fachgenossen zum Studium angelegentlich empfohlen werden. Bei Besprechung der zur Erbauung der Arbeiterwohnhäuser verfügbaren technischen Mittel und Bau-constructionen wäre vielleicht eine stellenweise etwas schärfere Kritik am Platze gewesen.

Berichtigung von Druckfehlern in dem Artikel: R. Gottgetreu, Ueber die antiken Marmorarten.

S. 106, Zeile 6 von unten lies Prokonensos statt Protonensos.
 - 107, - 22 - oben - Ornavasco statt Ornavasso.
 - 107, - 20 - unten - Bardiglio statt Bandiglio.
 - 112, - 15 - - - Salmasinus statt Salmusius.
 - 117, - 15 - - - - pechschwarze statt pirschwarze.
 - 117, - 13 - - - - Obsius - Obsidius statt Obsias -
 Obsidias.
 - 117, - 4 - - - - Augustus statt Angustus.
 - 118, - 17 - oben - Aphrodisia statt Aphroditia.
 - 122, - 2 - unten - Spinther statt Spinthes.
 - 123, - 12 - - - - Sinter statt Sintus.

S. 125, Zeile 12 von oben lies Peneios statt Peneias.
 - 125, - 23 - - - - Ophicalcit statt Ophäcaloit.
 - 127, - 12 - - - - Gesteinselemente statt Gesteins-
 aluminate.
 - 127, - 25 - - - - Psaranos statt Psaraios.
 - 129, - 9 - unten - Vitra statt Vitru.
 - 131, - 13 - oben - coralina statt caralina.
 - 131, - 17 - - - - ossea e statt ossea o.
 - 132, - 9 - - - - Cestius statt Cesius.
 - 131, - 2 - unten - nuvolata statt nuvoluta.

Statistische Nachweisungen,

betreffend die in den Jahren 1871 bis einschl. 1880 vollendeten und abgerechneten Preussischen Staatsbauten.

Im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten aufgestellt von

Endell und **Frommann**

Regierungs- u. Baurath. Regierungs-Baumeister.

(Fortsetzung.)

Im Anschluß an die Kirchenbauten folgen in nachstehender Tabelle einzelne Angaben über Neubauten von Kirchthürmen, welche gleichfalls in den Jahren 1871 bis 1880 zur Ausführung und Abrechnung gelangt sind.

Lfde Nr.	Gegenstand und Ort des Baues	Regierungs- bzw. Landdrostei-Bezirk	Zeit d. Ansführ. von bis	Bebaute Grundfläche qm	Cubischer Inhalt cbm	Anschlags-summe M	Kosten der Ausführung			Kostenbetr. f. d. Bauführ. M	Abmess. d. Th.				Material und Construction der				Bemerkungen.	
							im Ganz. M	pr. qm M	pr. cbm M		Außere Länge m	Außere Breite m	Höhe im Mauerwerk m	Gesamthöhe m	Funda-mente	Mauern	Façaden	Thurm- spitze		
																				m
1	Kirchth. zu Dalhausen	Minden	77	78	20,3	417,0	15200	13182	651,0	31,6	270	4,5	4,5	18,6	31,4	Bruchst.	Bruchst.	gefügt	v. Holz m. engl. Sch. auf Schal.	
2	Neuheide (Plinthe 0,8 m über Terrain.)	Danzig	78		22,1	436,9	13500	12411	561,8	28,4		4,7	4,7	19,8	33,8	Feldst.	Ziegel	Rohbau	v. Holz m. Zinkd. auf Schal.	cfr. Z. f. B. XXIX p. 425.
3	Zielitz	Magdeburg	77		25,0	442,5	13229	13885	555,4	31,4	720	5,0	5,0	17,7	38,0	Granwacke	Ziegel	Rohb. Ges. v. Sandst.	v. Holz m. deutsch. Sch. auf Schal.	
4	Tempel	Frankf. a/O.	77		25,0	525,0	15410	16800	672,0	32,0		5,0	5,0	21,0	33,0		Ziegel	Rohbau	v. Holz m. engl. Sch. auf Schal.	
5	Wingerode	Erfurt	78		27,5	550,0	14559	17794	647,0	32,4	412,5	5,5	5,0	20,0	36,0	Bruchst.	Bruchst.	Quaderver- blendung	v. Holz m. Sch. auf Schal.	
6	Güsen	Magdeburg	78		30,5	387,0	17420	13920	455,8	45,0		4,0	3,49	19,5	33,0	Bruchst.	Ziegel	Rohbau	v. Holz m. engl. Sch. auf Schal.	
7	Falkenberg	Oppeln	74	75	32,0	935,0	26250	30924	966,4	33,1				25,2	45,9	Basalt-Bruchst.	Ziegel	Rohbau in rom. Styl	v. Holz m. böhm. Sch. als Schupp.	
8	Nicolaiken	Gumbinnen	79	80	33,1	923,4	28110	27272	824,9	29,5	600	5,75	5,75	27,9	48,0		Ziegel	Rohbau	v. Holz m. Kupferbl. Satteld. Pfannen auf Schal.	Th.halle gewlbt. sonst Balkend.
9	Kumilsko	Gumbinnen	74		33,6	608,2	12750	12458	370,8	20,5		5,8	5,8	18,1	33,6		Ziegel	geputzt	v. Holz m. franz. Sch. auf Schal.	
10	Büttstedt	Erfurt	75	80	36,0	597,3	—	12108	336,3	20,3		5,65	4,7	18,5	26,2	Bruchst.	Bruchst.	gefügt	v. Holz m. franz. Sch. auf Schal.	
11	Gr. Zeglin	Oppeln	74		37,0	702,0	16200	18750	506,8	26,7		5,3	5,3	22,5	38,0	Kalkst.	Kalkst.	Rohbau	v. Holz m. Sch. auf Schal.	
12	Gumbinnen (d. altst. Kirche)	Gumbinnen	75	77	37,2	1377,6	42000	40785	1096,1	29,6		6,1	6,1	37,0	52,7		Ziegel	geputzt	v. Holz m. engl. Sch. auf Schal.	I. u. oberst. Geschoß gewlbt, dazw. Balkend.
13	Winzig	Breslau	74	76	39,7	1350	—	33400	841,3	24,7		6,3	6,3	34,0	53,2	Bruchst.	Ziegel	Rohbau	massiv v. Ziegeln	
14	Nahhausen	Frankf. a/O.	71		41,4	331,2	12358	13300	323,7	40,2				8,0	—		Fachwerk	Rohbau	v. Holz 16,5 m hoch	Auf d. unt. aus
15	Preichau	Breslau	74		44,2	541,3	13200	11660	263,8	21,5		6,6	6,7	—	46,0		Ziegel	Rohbau	v. Holz m. engl. Sch. auf Schal.	Feldst erb. Th. d. alt. Th. ist ein Obertheil mit Spitze gesetzt.
16	Zadelow	Stettin	77	78	48,4	1192,1	21000	18976	391,7	15,9		6,96	6,96	24,6	37,6	E. v. Feldst. darüb. Zieg.	Rohbau	v. Holz m. engl. Sch. auf Schal.	Th.halle gewlbt. sonst Balkend.	
17	Pestlin	Marienwerder	73		52,5	1422,3	21390	20300	386,7	14,3	1205,4	5,96	5,96	32,5	39,1	Feldst.	Ziegel	Rohbau gothisch	v. Holz m. Mönchen u. Nonnen ged.	
18	Nicolstadt	Liegnitz	77	78	61,0	1189,5	16341	17286	283,4	14,5	540			19,5	35,5		Ziegel	Rohbau	v. Holz m. Sch.	
19	Zossen	Potsdam	76	79	63,2	1125,0	25000	23957	379,1	21,3		8,2	7,7	17,8	35,8		Ziegel	geputzt., Ges. v. Sandst., (Renaiss.f.)	v. Holz m. Sch.	
20	Frankenberg	Breslau	71	73	64,2	1429,9	17327	18660	290,2	13,1		6,9	6,9	26,7	41,1	Bruchst. u. Ziegel	Rohbau	v. Holz m. deutsch. Sch. auf Schal.		
21	Diesdorf	Magdeburg	69	70	67,2	1075,2	17500	17518	260,7	16,3		8,4	8,4	16,0	29,0		Ziegel	Rohbau	v. Holz m. engl. Sch. auf Schal.	
22	Ober-Glogau	Oppeln	75	77	110,0	3190,0	30750	30683	278,9	9,6	3016			29,0	—	Bruchst.	Ziegel	geputzt	v. Holz m. Sch.	