

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

REDACTIONS-COMMISSION:

H. HERRMANN, J. W. SCHWEDLER, O. BAENSCH, H. OBERBECK, F. ENDELL,
OBERBAUDIRECTOR. GEH. OBERBAURATH. GEH. OBERBAURATH. GEH. OBERBAURATH. GEH. BAURATH.

REDACTEUR:

L. v. TIEDEMANN,

REGIERUNGS- UND BAURATH IM MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

JAHRGANG XXXIII.

MIT LXIX KUPFERTAFELN IN FOLIO UND QUART UND VIELEN IN DEN TEXT
EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.

1911. 1702.



3420

BERLIN 1883.

VERLAG VON ERNST & KORN.

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)



Das Opernhaus zu Frankfurt a/M.

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

Einleitende Bemerkung zur Geschichte des Baues.

In Folge einer Anregung, welche der Magistrat von Frankfurt a/M. in seinem zu Ende des Jahres 1869 der Stadtverordneten-Versammlung vorgelegten Bericht über die Verwaltung und den Stand des Gemeindewesens gegeben hatte, trat zu Anfang des Jahres 1870 eine Anzahl wohlhabender Frankfurter Bürger zusammen, um den ersten Schritt in einer Angelegenheit zu thun, deren Erledigung sich seit Langem als Nothwendigkeit herausgestellt hatte. Es handelte sich um den Bau eines neuen Theaters als Ersatz für das alte Schauspielhaus, welches den durch das

schnelle Emporblühen und rapide Wachsen der Stadt hervorgerufenen veränderten Verhältnissen nicht mehr zu genügen vermochte. Diese Herren, 67 an der Zahl, zeichnen ein Capital von 480000 Fl. und stellten dasselbe den städtischen Behörden zur Verfügung als Grundcapital für den beabsichtigten Neubau, mit der Bedingung, daß die Stadt den Rest der Kosten bestreite, einer zu constituirenden Actien-Gesellschaft, welche den Betrieb des vorhandenen älteren und des neuen Theaters übernehmen sollte, ein Haus übergebe, fertig eingerichtet zum Spielen, und daß den Zeichnern der 480000 Fl. das Vorzugsrecht auf das Abonnement der projectirten Logen des Parquets und I. Ranges reservirt bleibe. Auf diese Bedingungen ging die Stadt ein, bestimmte als Bauplatz den Rahmhof, denselben Platz, auf dem jetzt die neue Börse erbaut ist, und schrieb

im Jahre 1871 eine engere Concurrenz unter den Architekten Bordiau (Brüssel), Burnitz (Frankfurt a/M.), Brückwald (Leipzig), Strack (Berlin) und Lucae (Berlin) aus zum Zweck der Erlangung von Bauplänen. Der Lucae'sche Plan wurde von den Preisrichtern als der relativ beste anerkannt, mit dem ersten Preise ausgezeichnet und zur Ausführung empfohlen.

Nach darauf folgenden langen Verhandlungen mit den maßgebenden Behörden und Personen, in deren Verlauf der Rahmhof als Bauplatz aufgegeben und der jetzige Platz am

Bockenheimer Thor gewählt wurde, gelang es endlich, ganz besonders durch die rastlose Mühwaltung und das energische Eingreifen des um die Vergrößerung und Verschönerung der Stadt Frankfurt so hoch verdienten damaligen Oberbürgermeisters, Senator Dr. Mumm von Schwarzenstein, die Angelegenheit soweit zu regeln, daß Lucae mit der Aufstellung eines neuen, dem veränderten Bauplatz entsprechenden Projects beauftragt wurde, für welches dann, nachdem es in Folge Beschlusses der Stadtverordneten einer nochmaligen Umarbeitung unterzogen worden war, die Genehmigung zur Ausführung erteilt wurde. Leider hatten

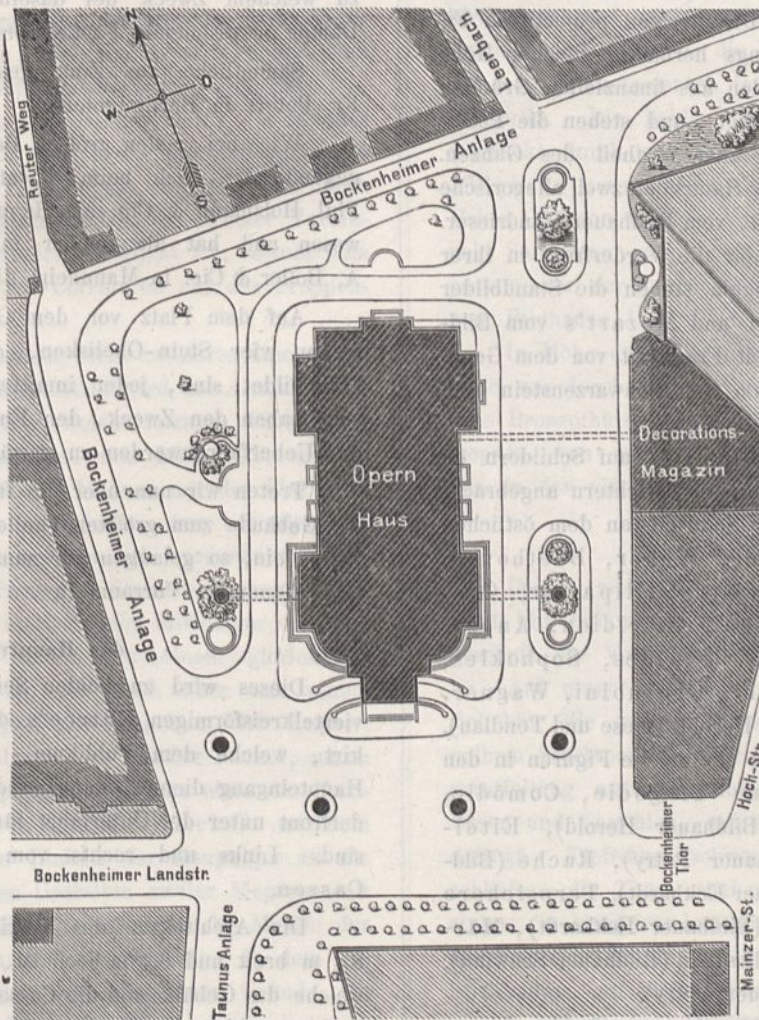
dem erwähnten Beschlusse der Stadtverordneten-Versammlung die Logencabinette, welche im Project vorgesehen waren, zum Opfer fallen müssen.

Unter der Annahme, daß die Kosten für den Bau die durch überschlägliche Schätzung ermittelte Summe von 1 200000 Fl. nicht überschreiten würden, eine Annahme, die sich freilich später, nachdem die Baupläne durchgearbeitet, und eine genaue Berechnung ermöglicht war, als unrichtig herausstellte, wurde laut Magistratsbeschlusses vom 4. October 1872 unter Lucae's Oberleitung mit den Bauarbeiten noch im Laufe des Jahres vorgegangen.

Als Richard Lucae am 26. November 1877 starb, traten seine ehemaligen Schüler, die Architekten J. A. Becker und E. Giesenberg, welche mit ihm bald nach Beginn des Baues an demselben thätig gewesen, an seine Stelle und führten das

Werk, welches damals im Rohbau nahezu vollendet war, zu Ende.

Am 20. October 1880, in Gegenwart Sr. Majestät des deutschen Kaisers, des deutschen Kronprinzen, des Prinzen Heinrich von Preußen und anderer hoher Persönlichkeiten, wurde das Gebäude durch Aufführung eines Festspiels von Dr. W. Jordan und der Mozart'schen Oper „Don Juan“ seiner Bestimmung feierlichst übergeben.



Das Aeußere des Gebäudes.

So erhebt sich nun der Bau, herrlich gelegen an einem der schönsten Punkte Frankfurt's, inmitten der Bockenheimer Anlagen, zu einer Höhe von circa 34 Meter über das Terrain, indem er einen Flächenraum von circa 4000 Quadratmeter bedeckt. Die Façaden, im Renaissancestyl gehalten und, abgesehen von den Wandflächen, welche Sgraffitomalerei zieren, mit französischem Kalkstein aus Savonnières en Perthois bekleidet, zeigen einen Unterbau, im Erdgeschofs gequadert und mit rundbogigen Thüren, im Hauptgeschofs aufgelöst in Säulen- und Pilasterstellungen mit dazwischen gespannter Rundbogenarchitektur. Der Oberbau ist ebenfalls durch Pilaster gegliedert, zwischen denen 16 Nischen mit figürlichem Schmucke angebracht sind.

Den Hauptgiebel des Unterbaues krönt eine aus Zink gestanzte Gruppe vom Bildhauer Enke, darstellend den Apoll in einem von zwei geflügelten Greifen gezogenen Wagen, und zu beiden Seiten auf den Eckpostamenten sieht man die „Recha“ aus Lessing's Nathan und die „Isabella“ aus der Braut von Messina, beide in Stein vom Bildhauer Herold ausgeführt. Die übrigen projectirten Figuren, welche das Gebäude rings herum in gleicher Höhe bekrönen sollten, sind einstweilen aus finanziellen Gründen noch nicht zur Ausführung gelangt, und stehen die Postamente schmucklos leer, nicht zum Vortheil des Ganzen. Das Giebelfeld selbst enthält als Hautrelief zwei allegorische Figuren, den Rhein und Main, vom Bildhauer Hundrieser. In den beiden äußeren Bögen der die Vorderfront in ihrer ganzen Breite einnehmenden Loggia stehen die Standbilder Goethe's vom Bildhauer Herold und Mozart's vom Bildhauer Schierholz, beide der Stadt Frankfurt von dem Generalconsul Herrn Hermann Mumm von Schwarzenstein sen. zum Geschenk gemacht.

Oberhalb der Rundbogenfenster sind auf Schildern en relief die Porträts von Componisten und Dichtern angebracht und zwar, wenn man auf der Südfront an dem östlichen Ende beginnt, die von Lessing, Weber, Beethoven, Schiller, Shakespeare, Kleist, Grillparzer, Corneille, Molière, Racine, Méhul, Boieldieu, Auber, Lope de Vega, Calderon, Euripides, Sophokles, Aeschylos, Rossini, Spontini, Cherubini, Wagner, Meyerbeer, Gluck (Bildhauer: Herold, Wiese und Tendlau).

In gleicher Aufeinanderfolge stellen die Figuren in den 16 Nischen des Oberbaues dar: Tragödie, Comödie, Tanz, Poesie, Wahrheit (Bildhauer Herold), Eitelkeit, Frohsinn, Ehre (Bildhauer Petry), Rache (Bildhauer Schwind), Musik (Bildhauer Eckhardt), Terpsichore (Bildhauer Schwind), Kaliopé (Bildhauer Eckhardt), Märchen (Bildhauer Schierholz), Volkslied (Bildhauer Schwind), Sage und Geschichte (Bildhauer Petry).

Der Vordergiebel des Oberbaues (Südfront) enthält als Hautrelief, vom Bildhauer Prof. Kaupert modellirt, in der Mitte „die drei Grazien“ Euphrosine, Aglaia und Thalia, verbunden durch einen Kranz von Rosen, links „Symbolisirung der Comödie“ (Zwei Amoretten führen den widerstrebenden Panther zum Bacchus, der seinem Lieblingsthier, das ihm den Wagen führt, die Schale zum Trinken reicht. An ihn lehnt sich Jocus, der heitere Scherz), rechts von den Grazien „die Tragödie“ (Die tragische Maske zu seinen Füßen, steht der Genius des Todes mit

gesenkter Fackel, sich lehnd an eine düstere Frauengestalt, die Schuld, in deren Schoofs sich ein junges Weib wirft. Hinter ihr lauert die Furie).

Das nördliche Giebelfeld (Bildhauer Rumpf) zeigt in der Mitte „die drei Parzen“ (Lachesis begleitet von Klotho und Atropos), sowie zu deren Seiten entsprechend „das heitere und das ernste Leben“, gleichzeitig im Ganzen von links nach rechts „das Geschick des Menschen“ darstellend, im Anfange die Liebe (Amor und Psyche), dann die Kindheit, das Jünglingsalter, das Mannesalter und am Ende den Tod (Schlaf und Tod).

Während auf dem Vordergiebel „der Pegasus“ (Bildhauer Brunow) seinen Platz gefunden hat, wird der Hintergiebel gekrönt durch eine vom Bildhauer Schierholz entworfene Gruppe „die Poesie einen Genius unterrichtend“; die Seitenfronten zieren 8 Candelabergruppen aus gestanztem Zink nach Hundrieser's Modell, um einen Candelaber herum tanzende Genien darstellend. Die Candelaber dienen bei festlichen Gelegenheiten zur Illumination, zu welchem Zweck der daselbst angebrachte, gleichzeitig Dampf ausströmende Fackelbrenner angezündet wird.

Sämmtliche aus Zink gestanzte Figuren sind durch Fr. Peters in Berlin gefertigt.

Wie bei vielen großen Bauten in Frankfurt und Umgegend, ist auch beim Theaterbau die bekannte Firma Phil. Holzmann & Cie. als Hauptunternehmer betheilig gewesen und hat als solcher in Verbindung mit der Firma A. Boller & Cie. in Mannheim die Steinmetzarbeiten gefertigt.

Auf dem Platz vor dem Gebäude stehen als Laternen-träger vier Stein-Obeliskén, deren Sockel als Sitzbänke ausgebildet sind, jeder inmitten eines Perrons; diese Perrons haben den Zweck, den Fußpassanten Sicherheit gegen das Ueberfahrenwerden zu gewähren.

Treten wir nun über die fünfstufige Freitreppe, welche das Gebäude zum größten Theile umgiebt, durch die Unterfahrt ein, so gelangen wir zunächst durch einen als Windfang dienenden Vorraum in

das Hauptvestibül.

Dieses wird zu beiden Seiten durch die im Grundriß viertelkreisförmigen Entrée's der Eckrundbauten flankirt, welche dem Publikum, das zu Fuß ankommt, als Haupteingang dienen, während die drei Thüren in der Vorderfront unter der Unterfahrt für die Vorfahrenden bestimmt sind. Links und rechts vom Haupteingange liegen die Cassen.

Die Architektur des Vestibüls, welches 19 m lang, 8,5 m breit und 6,5 m hoch ist, zeigt durchgehende Pilaster, welche das Gebälk und die Cassettendecke tragen, und rundbogig geschlossene Thüren, der Architektur des Aeußeren entsprechend. Der Fußboden ist, wie alle übrigen massiven Böden im Theater, aus Mettlacher Platten hergestellt. Die Wände, einfach in Farbe gehalten, sind roth und grau in Oelfarbe gestrichen.

Aus dem Hauptvestibül leitet eine vierstufige Freitreppe von schwarzem belgischem Marmor in

das Haupttreppenhaus

von 18 m Tiefe, 28 m Breite und 16,5 m Höhe.

Die doppelarmige marmorne Freitreppe in demselben, deren unterste Arme circa 3,5 m breit sind, führt in 22 resp. 43 Stufen auf die Höhe der Parquet- und I. Ranglogen, während das Publikum des Sperrsitzen und des Parterres durch das Portal unter dem Mittelpodest zu seinen Plätzen gelangt.

In Höhe der Parquet- und I. Ranglogen ziehen sich zu beiden Seiten des Hauptraumes Säulenhallen hin, von denen die oberen die directe Verbindung zwischen den Logencorridoren und dem Foyer herstellen.

Die Stufen, Geländer, Brüstungen, Säulen und Pilaster sind massiv aus Marmor von gelblichem Ton ausgeführt, die Rückwände aus dunkelrothem Stuccolustro. Der Marmor stammt aus den Brüchen von A. Violet in Belvoje, der Stuckmarmor wurde durch Georg Vogt aus Berlin angefertigt.

Während das Vestibül durch Wandarme erhellt wird, geschieht die Beleuchtung des Haupttreppenhauses durch Candelaber, die ihre Plätze auf den Postamenten der Treppen und Säulenhallen finden. Sowohl diese Candelaber im Treppenhause, wie auch die Ampeln und Wandarme im Vestibül, Foyer, in der Loggia etc. stammen aus der Fabrik von Spinn & Sohn in Berlin, und sind größtentheils nach besonderen, der Fabrik gelieferten Entwürfen gefertigt.

Den offenen Säulenhallen zu beiden Seiten des Raumes entsprechend, schliessen sich vorn das Foyer und rückwärts die Logencorridore an das Treppenhaus an, ebenfalls durch große Fensteröffnungen mit demselben in directer Verbindung, so daß es dem Beschauer ermöglicht ist, sowohl vom Foyer als auch von den Logen-Corridoren aus das Treppenhaus zu übersehen.

Durch eine große plastisch reich verzierte Stuckvoute, welche auf dem Hauptgesims aufsitzt, wird der Anschluß der Wand an die Decke vermittelt, welche letztere sich gliedert in Fries, Consolgesims, Cassetten und Mittelfeld, und in welcher als Decorationsmittel die Malerei mit der Plastik in einem bestimmten Rythmus abwechselt, was bei allen reicheren Decken des Theaters systematisch wiederkehrt.

Das Mittelbild nach Professor Steinle's Entwurf, ausgeführt durch Maler Bode, stellt in der Mittelfigur die dramatische Poesie dar, welche vor einem glorienartig erleuchteten Himmel schwebt, der nach oben mit einem Regenbogen abschließt. Die Figur umgeben vier Genien: zur Rechten oben die Begeisterung mit der Fackel, unten die Wahrheit mit dem Spiegel, — links oben die Harmonie mit der Leyer, unten die Wissenschaft mit dem Globus. In der Gruppe zur Linken der Hauptfigur ist die Liebe, zur Rechten in den Gestalten zweier Megären mit Schlangen und Dolch der Haß als wesentliche Motive der dramatischen Poesie zur Darstellung gebracht. In dem das Bild umgebenden Fries sind auf schwarzem Grunde die Künste und Wissenschaften allegorisch durch liegende Figuren farbig dargestellt: auf den beiden Schmalseiten die Architektur, die Plastik, die Musik und die Malerei, auf den Langseiten die Rhetorik, das Schauspiel, die Philosophie, die Geometrie, die Geschichte, die Astronomie. In Höhe des Kämpfers stehen auf den die Vorder- und Rückwand gliedernden Dreiviertelsäulen die Allegorien der guten und schlechten Eigenschaften des Menschen: Klugheit, Stärke, Mäßigkeit, Gerechtigkeit, Trug, Zorn, Feigheit und Hinterlist, ausgeführt durch

die Bildhauer Schierholz, Petry, Fr. Krüger, Herold und Keller. In den Säulenhallen sind die Lünetten ausgefüllt mit männlichen Figuren, welche die Porträts alter und moderner Dichter: Homer, Aeschylus, Sophokles, Euripides, Aristophanes, Virgilius, Horatius, Dante, Corneille, Racine, Molière, Shakespeare, Goethe und Schiller halten; die Gewölbe sind nach Art der Vorhalle in der Villa Madama durch farbige Compositionen auf hellem Grunde decorirt.

Während der größte Theil der Cartons zu den decorativen Malereien von Prof. F. Thiersch und dem Maler Keuffel herrührt und durch die Maler Koch, Widmann und andere an Ort und Stelle ausgeführt wurden, sind die Bildhauer-Arbeiten im Treppenhause aus dem Atelier der Firma Zeyer-Drechsler-Born hervorgegangen und auf der Baustelle durch die Bildhauer Drechsler, Fr. Krüger und Lindemann angefertigt.

Der Fußboden ist teppichartig aus kleinen Mettflächplättchen zusammengelegt, mit einem reichen Mittelfeld von echter Mosaik. Der Haupteingang zum Sperrsitzen wird flankirt durch zwei aus dem Atelier des Professor Kaupert hervorgegangene Figuren: die Deklamation und der Gesang, auf reichen Postamenten in Metall gegossen von Gladenbeck in Berlin. Die beiden Nischen der Säulenhalle sind geschmückt durch zwei Gruppen des Bildhauers Fr. Krüger: „Wahrheit und Dichtung“ und „Kunst und Natur“. Beide Gruppen wurden der Stadt Frankfurt von Herrn Leopold Sonnemann zum Geschenk gemacht. Vor den Anfangspostamenten der Treppen stehen zwei wappenhaltende Greifen vom Bildhauer A. v. Nordheim.

In Höhe der I. Ranglogen gelangt man von der Säulenhalle aus durch portalartig umrahmte, reichgegliederte imitirte Bronzethüren in die Logencorridore, zu den vier Rangtreppen, von welchen je zwei in den zweiten und dritten, bez. in den vierten Rang führen, und in

das Hauptfoyer.

Dieses zieht sich in der ganzen Länge der Vorderfront hin und nimmt dieselbe Fläche ein, welche im Erdgeschosse das Vestibül mit seinen Annexen bedeckt.

Auf einer imitirten dunklen Marmorbrüstung erheben sich hier die ganz in Bündelpfeiler aufgelösten Wände aus gelbem Stuckmarmor, der Mittelpfeiler mit goldener Ornamentfüllung auf dunkelblauem Grunde, reich vergoldeten Basen und Capitälén, auf welche sich die Stichkappendecke auflügt. Tiefrothe schwere Vorhänge aus Seidenvelours schliessen die Thür- und rundbogigen Fensteröffnungen und stehen in integrirendem Zusammenhange mit der Farbewirkung der Wände und der Decke. Letztere zeigt in den Stichkappen auf blauem Grunde grau in grau gemalte Ornamente mit reicher Bordüre, während die Voute in den sechseckigen Mittelfeldern auf rothem Grunde Ton in Ton gemalte Darstellungen des Apoll mit den neun Musen, nach Cartons des Malers E. Klimsch, und in den dieselben umgebenden Zwickeln farbig gemalte Musik-Embleme auf Goldgrund enthält. Der reich mit Stuck-Ornamenten und Vergoldung decorirte Deckenspiegel zeigt zwischen Ornamentfüllungen auf dunkelblauem Grunde vier sternförmige Bilder nach Professor Steinle's Entwürfen, ausgeführt durch Maler O. Donner, die vier Ur-Instrumente: den Triton mit

der Muschel, den Pan mit der Panflöte, die Jungfrau mit der Lyra und den Hirtenknaben mit der Schalmei.

Die vier Lünetten der Stirnwand enthalten, ebenfalls nach Steinle's Entwürfen, scenische Darstellungen aus den Mozart'schen Opern: Figaro's Hochzeit (komische Oper), die Entführung aus dem Serail (Singspiel), die Zauberflöte (Zauberoper) und Don Juan (tragische Oper), gemalt vom Maler W. A. Beer.

Die Eckrundbauten, architektonisch genau wie das Hauptfoyer gehalten, zeigen im Deckenbild nach Steinle's Entwürfen Scenen aus Shakespeare's dramatischen Werken, gemalt vom Maler L. Bode, und zwar der Eckrundbau rechts als Lustspiel eine Scene aus „Was Ihr wollt“, Act II, Scene 5 (Der eitle Geck Malvolio bildet sich ein, daß seine Herrin, die Gräfin Olivia, in ihn verliebt sei, und hat sich, um ihr Gefallen noch mehr zu erregen, mit bunten kreuzweis geschlungenen Kniebändern geschmückt. Olivia's Kammermädchen, Junker Tobias Rulps und Fabian belauschen ihn, wie er im Park einen von ihr verfaßten Brief findet, der ihn in lächerlichster Weise in seinem Wahn bestärkt und welcher ihm den Hohn der Lauscher einträgt), — der Eckrundbau links als Trauerspiel eine Scene aus König Lear, Act V, Scene 3 (Vor einem Zelt des britischen Lagers bei Dover liegen auf einer Bahre die beiden Leichen der boshaften und hochmüthigen Töchter Lear's, Goneril und Regan, welche durch ihre Ränke ihren eigenen Untergang herbeiführten. König Lear, in der Mitte des Bildes, trägt die Leiche seiner jüngsten edlen und treuen Tochter Cordelia, deren Tod der Schwestern Bosheit mitveranlaßte. Es sind die letzten Momente des von Wahnsinn und höchstem Schmerz gebeugten Königs Lear. Umgeben ist der König vom Grafen Kent, der in Verkleidung dem König folgte, Albanien, Edgar und Anderen).

In den Vouten sind bronzefarbig gemalte Reliefs verschiedener Componisten angebracht und in den Lünetten auf gemalter Architektur mit emblemhaltenden Putten neben den Porträts von vier deutschen Architekten, welche Hervorragendes auf dem Gebiete des Theaterbaues geleistet haben: Klentze (Münchener Hoftheater), Schinkel (Berliner Schauspielhaus), Semper (Dresdener Hoftheater) und Lucae (Frankfurter Opernhaus), die der Bildhauer Rauch und Rietschel, der Maler Cornelius und Schwind.

Durch zwei Thüren gelangt man in die offene Loggia und auf den Balcon über der Unterfahrt, von welchem man einen herrlichen Blick auf die Anlagen und Promenaden genießt. —

Wenden wir uns von hier zurück, dem Zuschauerraume zu, welcher mit seinen Corridoren und Nebenräumen den Mitteltract des Gebäudes einnimmt!

Da das Programm vorschrieb, daß das Publikum der Parquetlogen gesondert von dem Sperrsitze-Publikum zu seinen Plätzen gelangen solle, so mußten die Corridore der Parquetlogen und der Sperrsitze über einander angeordnet werden. In Folge dieser Anordnung muß man, um zum Sperrsitze zu gelangen, einige Stufen hinaufsteigen, da der Corridorfußboden tiefer liegt, als der Boden des Zuschauerraumes, letzterer aber, direct abhängig vom Bühnenboden, nicht tiefer angelegt werden konnte, weil die nothwendige Höhe der Bühnenversenkungen dies nicht gestattete.

Die Logencorridore,

circa 3,25 m breit, umgeben rechtwinklig von drei Seiten das Auditorium. Zierliche gekuppelte Pilaster mit dazwischen liegenden Füllungen, an den Logenseiten mit Ornamenten, an den gegenüberliegenden mit Spiegeln ausgefüllt, gliedern die Wände und tragen die cassetirten Decken. Nach Aufsen zu stoßen die nothwendigen Toilettezimmer und Garderoben an, sowie auf jeder Seite des Hauses eine Nebentreppe, welche die directe Verbindung der verschiedenen Logen-Corridore unter sich vermittelt. Diese Nebentreppen führen unten in ein reich ausgestattetes Vestibül, durch welches man direct ins Freie gelangen kann und welches bei besonderen Gelegenheiten als Eingang zu den Prosceniumslogen benutzt wird.

Der Zuschauerraum,

dessen Fußboden für den Sperrsitze eine Neigung von 1 : 15 erhalten hat, im übrigen in allen Rängen terrassenförmig angeordnet ist, enthält Raum für ca. 2000 Personen, und zwar 345 Sperrsitzeplätze, 150 Parterreplätze, 100 Stehplätze im Parterre, 112 Sitze in den Parquetlogen, 178 in den I. Ranglogen, 170 im zweiten Rang, 333 im dritten Rang und 549 im vierten Rang. Parquetlogen, I. und II. Rang enthalten je 6 Prosceniums-, 20 Seiten- und 1 große Mittel- (Fremden-) Loge. Die Logen mit Ausnahme der Fremdenloge sind zu je 4 Sitzplätzen eingerichtet und von einander durch niedrige Scheidewände getrennt. Die Rangbrüstungen, circa 75 Centimeter hoch, haben ein geschweiftes Profil und bilden im Grundriß einen überhöhten Halbkreis. Während sie am Anschluß des Prosceniums lothrecht über einander liegen, treten sie nach der Mitte zu hintereinander zurück, wodurch ein freier Blick auf die Decke ermöglicht ist. Die Logenrückwände sind getheilt durch Pfeiler mit vorliegenden Hermen, welche auf Consolen die Rangdecken tragen und dieselben architektonisch gliedern. Ein Säulengang im vierten Rang, mit der Rückwand durch böhmische Kappen verbunden, trägt die durch eine Stiehkappen-Voute aufruhende kreisrunde Decke, welche letztere in neun Felder getheilt ist, die wiederum durch Ornamentfüllungen von einander getrennt sind. Alles ist aufs reichste durchgebildet, mit plastischen und gemalten Ornamenten, Musikemblemen, Masken, Genien, Engelsköpfen und anderen Motiven decorirt. Als Hauptfarben des Raumes sind Roth, Weiß und Gold gewählt. In die neun Bildfelder der Decke hat Professor Steinle mit Umgehung der sonst üblichen neun Musen ein himmlisches Doppelquartett mit himmlischem Dirigenten hinein componirt, welches durch den Maler J. Welsch ausgeführt worden ist.

Das außergewöhnlich (8,30 m) tiefe Proscenium enthält, wie schon bemerkt, auf jeder Seite in jeder Ranghöhe drei Logen, von denen die mittlere die doppelte Größe der anderen hat. In Höhe der I. Ranglogen erheben sich auf Postamenten vier cannelirte Säulen aus gelbem Stuckmarmor, welche das Gebälk und die darauf sitzenden musicirenden Genien tragen. Dazwischen schieben sich balconartig die Logenbrüstungen vor.

Auf dem Gebälk ruht die korbogenförmige Prosceniumsdecke, durch Gurte, der Säulenstellung entsprechend, in drei Felder getheilt, von denen das mittlere eingenommen wird durch eine Allegorie „Der Rhein- und Maingau

werden durch die Macht der Musik, (hier repräsentirt durch die Loreley) vereinigt“, nach Professor Steinle gemalt vom Maler Otto Donner. Links vom Beschauer anfangend, zeigt sich die Eis, Weschnitz und Selz (drei kleine Flüschen, die sich zwischen Neckar und Nahe in den Rhein ergießen), der Neckar (mit Heidelbeerstrauß und Cerevismütze), die Nahe (Weinstock und Schmuck von Oberstein), die Rodach (Flößerhaken und Netz mit Forellen), die Pegnitz (Spielwaaren von Nürnberg), die Regnitz (Sträuße von Kornblumen und Früchten), die Itz (Hopfenbündel, an Hallstadt erinnernd), der Rhein und die Loreley, der weifse Main und der rothe Main, die Täuber, die fränkische Saale (Hauptgegend für Frankenwein), die Nidda (nit da! nit da! und Bubenschenkel im Körbchen), die Sinna (mit Harfe), die Gersprenz, Kinzig und Mümling (letztere aus dem Odenwald kommend mit Hirtenschalmel, die Kinzig mit Kaiserkrone, von Epheu durchwachsen, an die Barbarossa-Sage erinnernd).

Die beiden Seitenfelder sind durch plastische Umrahmungen in einzelne kleinere Bildflächen getheilt und enthalten abwechselnd mit sehr farbig gehaltenen Masken auf Goldgrund die vier Jahres- und vier Tageszeiten.

An der Stirnwand des Prosceniums befinden sich zwei Reliefs in Medaillonform vom Professor Kaupert — links Prometheus, den Menschen bildend, rechts Dionysos als Schöpfer der Comödie.

Das Orchester hat Raum für circa 80 Musici und ist so angeordnet, daß die Mitwirkenden von dem Sperrsitze und den Parquetlogen aus nicht gesehen werden.

Die Bühne wird eingefasst durch einen circa 1 m breiten Rahmen, welcher bei offener Scene das auf der Bühne zur Anschauung Gebrachte gleichsam als Bild in einem Bilderrahmen erscheinen läßt. Der untere horizontale Theil des Rahmens verdeckt die sonst so störend wirkende, hier abwärts brennende Rampenbeleuchtung, und die in der Mitte unten aufgelegte Cartouche läßt den Souffleurkasten für das Auge des Beschauers verschwinden.

Bei geschlossener Scene zeigt uns der Hauptvorhang, in seinem mittleren Theile vom Maler Beer gemalt, das Vorspiel zu Goethe's „Faust“ nach Steinle'scher Auffassung: links der Theaterdirector, der Dichter, der Narr, der Souffleur, daran anschließend die Vorbereitung der Musik und das sich versammelnde Publikum, mit Beziehung auf die einzelnen Bühnenfächer, als Liebhaber, Soubrette, Helden, Mütter etc. Den ornamentalen Theil des Vorhanges hat der Maler Grätz nach gegebener Skizze ausgeführt.

Beleuchtet wird der Raum durch die 300 Flammen des mächtigen Kronleuchters von 3,50 m Durchmesser, welcher nach vorgelegtem Entwurfe durch die Firma A. Riedinger in Augsburg ausgeführt ist, sowie durch 34 Flammen in den 17 Ampeln des 4. Rang-Säulenumganges und durch 18 Sonnenbrenner, welche die Kronleuchteröffnung kranzartig umgeben. Außerdem befinden sich an den Säulen des Prosceniums noch 8 sechsfammige Wandarme und in dem Gesims an den Logenrückwänden einige Lampen als Reserve.

Die Bühne,

welche mit ihren Nebenräumen den hinteren Theil des Hauses einnimmt, ist für den Fall einer Feuersgefahr durch

einen eisernen Vorhang vom Zuschauerraume getrennt und öffnet sich gegen diesen in einer Breite von circa 13 m; sie hat eine Breite von 28 m, mit der Hinterbühne eine Tiefe von 28 m und im ganzen eine Höhe von 35 m, ist mithin eine der größten Bühnen Deutschlands. Ausgestattet mit allen Errungenschaften der Neuzeit auf dem Gebiete der Bühnentechnik, erbaut und eingerichtet unter der Leitung des weiland Obermaschinerie-Directors Carl Brandt aus Darmstadt vom Bühnentechniker und Maschinenmeister Carl Rudolph, bietet dieselbe Gelegenheit, allen Anforderungen gerecht zu werden, welche die Aufführung der neueren Ausstattungsstücke bedingt.

Charakteristisch für dieselbe ist ihre Einrichtung als sogenanntes Bogentheater, bei welchem nicht wie früher die Coulissen durchgehends als selbstständige aufrechtstehende Stücke, sondern zum größten Theil hängend, und zwar als Theile eines sogenannten ausgeschnittenen Prospects eines „Bogens“ benutzt werden. Deshalb sind von den nach altem System construirten Coulissen durchgehends nur drei auf jeder Seite der sechsgassigen Bühne angeordnet, welche mittelst der durchlaufenden Freifahrten über die ganze Breite der Bühne gefahren werden können.

Jede der sechs Bühnengassen oder Bahnen hat eine Tiefe von 3 m und enthält 7 Soffittenzüge, 1 Gitterzug und 2 Oberlichtzüge (Soffittenbeleuchtung); außerdem sind im Ganzen 52 Prospectzüge*) vorhanden, die verschiedenartig an der Zahl auf die einzelnen Gassen vertheilt sind.

Sowohl auf dem Schnürboden als auch auf den 5 Seitengallerien befinden sich verschiedene Arten Walzen, welche einzeln oder gekuppelt zu Verwandlungen und zum Heben schwerer Gegenstände verwerthet werden.

Um die Bühne in ein vollständiges Panorama verwandeln zu können, sind rechts und links, den Maschinengallerien parallel, je 3 Panoramazüge angebracht und wie die übrigen Züge eingerichtet.

In den letzten 5 Bahnen befinden sich zwischen den Oberlicht- und den Prospectzügen unter dem Schnürbodengebälk 5 Paar Schienengeleise, auf welchen eiserne Wagen laufen, sogenannte Flugbahnen, durch welche schwebende Darstellungen ermöglicht werden.

Auf der ersten Maschinengallerie rechts haben die Maschinen für Donner, Wind, Regen und Blitzeinschlag ihren Platz erhalten.

Genau mit der Eintheilung des Schnürbodens übereinstimmend, enthält das unter einer Neigung von 1 : 33 ansteigende Podium in jeder Bahn die drei über die ganze Breite der Bühne durchlaufenden, vorher beschriebenen Frei-

*) Ein Prospectzug besteht aus sechs Zugseilen, welche unterhalb des Schnürbodengebälks durch eine 18 m lange Latte, an welcher sechs Riemen zum Ansnallen der Prospective angebracht sind, verbunden werden. Von der Latte gehen die Seile über sechs Zugrollen nach der sechsfach ausgedrehten Mittelrolle und von dort über die siebenfach ausgedrehte Eckrolle nach der Gegengewichtstange, wo sie sich mit dem Hauptseil verbinden. Letzteres geht von der Gewichtstange über die erwähnte siebenfache Endrolle hinunter in die erste Untermaschinerie, dort über die Hauptseilrolle, wieder nach der Gegengewichtstange hinauf, und bildet also ein Seil ohne Ende. Mittelst dieses Hauptseils wird der Prospect durch Handarbeit in Bewegung gesetzt, was von jedem Höhenpunkte der Bühne aus geschehen kann, im Gegensatz zu älteren Constructions, bei denen die Bewegung nur von der ersten Maschinengallerie aus geschehen konnte. Dieselbe Einrichtung der Aufhängung und Bewegung findet sich bei den Soffitten und Oberlichtzügen.

fahrten, eine 12 m lange durchgehende Versenkung und eine 18 m lange Cassetteneinrichtung.

In jeder der Freifahrten stehen rechts und links in der ersten Untermaschinerie die schon eingangs erwähnten Coullissenwagen. Die Versenkung besteht aus 12 einzelnen, durch Seile mit einander verbundenen Schiebern, welche von der Mitte der Bühne aus nach rechts und links auf Rollen und Schienen unter das seitwärts liegende Podium gezogen werden. In die entstehende Oeffnung geht ein genau passender Versenkungstisch, welcher auf 4 Böcken ruht und in eisernen Führungen durch Seile auf- und abwärts bewegt wird. Die Versenkungen können auch untereinander gekuppelt verwendet werden, so daß es möglich ist, sechs Versenkungen gleichzeitig arbeiten zu lassen.

Die Cassetteneinrichtungen bestehen aus elf einzelnen nach unten fallenden 60 cm breiten Cassettenklappen und dienen zum Heben und Senken durchgehender Decorationsstücke für Verwandlungen bei offener Scene.

In den vier letzten Bahnen stehen zu jeder Seite von der Bühne 12 m hohe verticale Walzen, um horizontale Bewegungen von Prospecten in Wolkenzügen, sogenannte Wandeldecorationen, zu bewerkstelligen. Die Hinterbühne hat acht kleine Prospectzüge und eine horizontale Walze; außerdem befindet sich auf derselben der „Fahrwagen“, vermittelt dessen größere Decorationsstücke vor der Vorstellung fertig zusammengebaut und während der Vorstellung im ganzen vorgefahren werden können.

Zur schnellen Verbindung mit den oberen Räumen sind für das Maschinenpersonal an den 4 Ecken des Bühnenraumes Fahrstühle angebracht, welche die erste Untermaschinerie mit dem Schnürboden und den dazwischenliegenden Gallerien verbinden.

Die Beleuchtung der Bühne erfolgt durch 14 sogenannte Oberlichter (à 120 Flammen), von denen in jeder Gasse eins mit farbigen Schirmen roth oder blaugrün gedeckt werden kann. In gleichen Farben wirken auch die Coullissenbeleuchtungen und die Rampe, sowie eine große Anzahl sogenannter Versatzbeleuchtungs-Apparate. Angezündet werden die Oberlichter auf elektrischem Wege und zwar immer an zwei Punkten. Zur Regulirung der Lichtstärke dienen zwei zum Theil miteinander wirkende Regulir-Apparate, mit deren Hilfe die feinsten Nuancirungen hervorgebracht werden können.

Das richtige Ineinandergreifen dieser mannigfachen Apparate sowie der richtige Betrieb des complicirten Mechanismus überhaupt wird allein durch zahlreiche elektrische Signale ermöglicht, so auch unter anderen das Taktgeben von dem Dirigentenpulte des Orchesters nach der Orgel, nach verschiedenen Punkten der Bühne für den Chor, nach dem Lesezimmer etc. Auch die streng durchgeführte Ueberwachung des Gebäudes durch unausgesetzte Patrouillen wird auf elektrischem Wege controlirt und ist derart eingerichtet, daß

(Schluß folgt.)

im Falle der Gefahr sich der betreffende Posten sofort die Hilfe herbeirufen kann.

Um den Bühnenraum gruppiren sich nun in den verschiedenen Stockwerken die Räume, welche der artistische Betrieb verlangt; im Erdgeschofs die Büreaus der Theaterverwaltung, als da sind: die Zimmer der Intendanz, des Capellmeisters, des Betriebsingenieurs, die Buchhalterei, die Cassenzimmer, das Stimmzimmer und die Notenbibliothek für das Orchester, sowie verschiedene Ankleideräume. In Höhe des Bühnenpodiums sind aufer den Solisten, welche ihre Ankleideräume hier haben, diejenigen Beamten untergebracht, welche während der Vorstellung auf der Bühne zu thun haben und mit ihr in directer Verbindung stehen müssen, z. B. der Maschinenmeister, Arzt, Regisseur etc. Auferdem befindet sich auf dieser Höhe noch ein Sprechzimmer des Intendanten, sowie das Conversationszimmer und die Bibliothek für die Schauspieler, zwei Räume, in welchen sich die in der betreffenden Vorstellung Mitwirkenden aufhalten, um auf das Stichwort zu warten.

Von diesen Räumen hat das Conversationszimmer eine bevorzugtere Ausstattung erhalten. Die Wände, nischenförmig ausgebaut, bieten auf geschwungenen, der Form der Nischen angepassten Sesseln und Sopha's Platz und Gelegenheit zum Sitzen und gemüthlichen Geplauder, während die Spiegelthüren es den Schauspielern leicht ermöglichen, ihre Toilette in Ordnung zu bringen. Rund herum unter der Decke, welche aus getäfeltem Holz (Imitation) hergestellt ist, sind bezügliche Sprüche und Citate angebracht.

In dem nächst höher gelegenen Stockwerk befinden sich zwei Probesäle, links derjenige für den Chor, rechts derjenige für das Ballet, dessen Fußboden dieselbe Steigung hat wie der Bühnenboden. Da es in der Absicht liegt, diese Säle zu Concertzwecken zu benutzen, bei welchen das Publikum Zutritt hat, so sind dieselben architektonisch ausgebildet und haben imitirte Marmorbrüstungen, Pilaster mit bronzirten Füßen und Capitälern, Lünettenmalereien, reich gegliederte und gemalte Cassettendecken, Parquetfußboden etc. erhalten.

Im dritten Stock sind die großen Räume, welche dem Chor, dem Ballet und den Statisten zum Ankleiden dienen, während für letztere auferdem noch im Kellergeschofs Ankleideräume für 200 Personen geschaffen sind. Schließlich befinden sich im selben Stock Zuschneideräume und Schneidereien, sowie Garderoben zum Aufbewahren besonders werthvoller Kleidungsstücke. Zu all' diesen Räumen gelangen das Personal und die Beamten durch einen besonderen Eingang auf der Nordseite des Hauses, neben welchem der Portier seinen Platz hat und die Controle über die Eintretenden führt. Gleich hinter dem Vestibül trennen sich diese derart, daß der weibliche Theil des Personals den rechten Flügel des Hauses einnimmt, während der männliche den linken Flügel benutzt.

Das neue Aulagebäude in Schulpforta.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 14, 15 und 16 im Atlas.)

In kaum einstündiger Entfernung von Naumburg erhebt sich hart am Ufer der kleinen Saale aus ihren Ringmauern

heraus die ansehnliche Gebäudegruppe der Landesschule Pforta, deren Anlagen neuerdings durch den auf Tafel 14

bis 16 mitgetheilten Neubau eine Erweiterung erhielten, welche schon lange als nothwendig sich herausgestellt hatte. Die besonderen Bedingnisse der berühmten Schulanstalt bestimmten das eigenartige Programm dieses Neubaus, während die Erscheinung der wichtigeren unter den schon vorhandenen Gebäuden ihm einen gewissen Baustyl vorschrieb.

Die Pfortenser Schule sitzt bekanntlich als Erbin in der Niederlassung eines ehemaligen mächtigen Klosters, und es waren Cistercienser, welche, 1137 von Schmölln hierhergezogen, den größeren Theil der Baulichkeiten errichteten, die sich noch heute hier in anmuthigster landschaftlicher Lage präsentiren. Vor allen großartig und für den architektonischen Eindruck der ganzen Gruppe besonders wichtig, liegt die dreischiffige, mit Kreuzschiff, Mittelchor und seitlichen Capellen ausgestattete Kirche da. Wie fast Alles, was der baueifrige, um die deutsche Architektur hochverdiente Orden im Kirchenbau geleistet hat, ist sie ein Werk von höherem kunstgeschichtlichen Interesse. Der Chor gehört der Frühgothik, das Schiff wesentlich der Folgezeit, die äußerst originelle Westseite bereits dem vierzehnten Jahrhundert an.*) Dieses Bauwerk ist eines eingehenden Studiums würdig, nicht nur wegen seiner Schönheiten überhaupt, sondern auch wegen der ihm anhaftenden eigenthümlich localen Färbung seines Formenstyls. Die sonstigen Klosterbauten liegen um einen geschlossenen Kreuzgang und einen daran anschließenden äußeren Hof herum. Seit der 1540 erfolgten Aufhebung des Klosters und der 1543 stattgehabten Eröffnung der gelehrten Schule haben hier stets mehr als hundert Knaben und Jünglinge den Studien gelebt.

Nordwestlich von der Kirche ist das Gebäude des Alumnats belegen, mit welchem der in Rede stehende Erweiterungsbau in directe Verbindung tritt. Dem im Jahre 1877 festgestellten Programm entsprechend, enthält der letztere in seinem Erdgeschosse einen Saal für die Antikensammlung und einen Zeichensaal, in dem darüber gelegenen Geschofs die Wohnräume des Rectors und in dem obersten und Hauptgeschofs die Aula. Für die Rectorwohnung wurden neben Corridor und Entrée fünf Räume angeordnet, die in den nächstbenachbarten Räumen des anstoßenden Alumnatsflügels ihre Ergänzung finden. Die Aula sollte dreihundert Köpfe fassen. Als Baustyl wurde der frühgothische gewählt.

Dem Grundriß nach bildet das Gebäude ein einfaches Viereck, dem sich auf seiner nördlichen Langseite ein schmaler, aber gleichlanger, in jedem Stockwerk als Corridor verwendeter Streifen anfügt. Im Erdgeschofs faßt dieser Corridor gleichzeitig die zur Wohnung des Rectors hinaufführende Treppe in sich. Zu ihr führt eine äußere Thür, indeß im Uebrigen die Räume des Gebäudes in den verschiedenen Geschossen jedesmal vom Alumnat her zugänglich sind. In diesem liegt dicht bei dem Neubau eine Treppe.

*) Das bekannte Werk von Puttrich giebt leidlich gute Aufnahmen von Pforta.

Das Gebäude ist ein Massivbau, im Erdgeschofs ganz und gar, höher oben wenigstens in den Corridoren gewölbt. Im Aeußeren besteht Architektur und Fläche aus Kalksteinquadern, im Innern ist für die Theilungswände, für die Verkleidung der Außenwände und für die Gewölbekappen Ziegel verwandt. Dagegen wurden auch hier Pfeiler, Wandpfeiler, Consolen, Gewölberippen und Bögen aus Quadern hergestellt. Der Haustein ist den bessern Schichten der benachbarten Kalksteinbrüche entnommen. Die Anstalt selbst besitzt einen Steinbruch.

Wie die Zeichnungen ausweisen, ist für die Steinarchitektur der Charakter solider Einfachheit angestrebt worden, ebenso aber auch allerwärts Einheit und — wodurch sich dieselbe immer erreichen läßt — historische Echtheit im Styl. In letzterer Beziehung ward besonders auf correcte Durchführung des Fensterwerks gesehen; die breiteren Oeffnungen wurden stets durch Steinpfosten getheilt. Die Quaderflächen sind geflächt und scharirt. Im Inneren wurden die Mauer- und Gewölbflächen geputzt und mit einem decorativen Anstrich versehen. Die flachen Decken der Rectorwohnung und der Aula zeigen die Construction, indem bei ersteren die gehobelten Deckenbalken zwischen den geputzten Gefachen auf einen Theil ihrer Höhe sichtbar werden; bei letzteren blieben die vier der Tiefe nach liegenden, durch Klappstiele und figurengeschmückte Kopfbänder unterstützten Unterzüge im Holz, die längslaufenden schwachen Deckenbalken aber sind daselbst durch eine untergenagelte, feldergetheilte Holztäfelung dem Blick entzogen. In dieser Decke ist hauptsächlich Eichenholz verwendet worden.

Ueber dem Hauptviereck des Hauses erhebt sich ein steiles, mit Schiefer gedecktes, durch stylisirte Dachfenster unterbrochenes Satteldach. Der Corridor trägt über den obersten Gewölben eine Terrasse, welche mit Kupfer belegt und als Balcon zugänglich gemacht worden ist. Die Fußböden sind aus Eichendielen hergestellt, Fenster und Thüren gleichfalls aus Eichenholz, die Wände der beiden oberen Geschosse bis auf eine gewisse Höhe getäfelt. Die Heizung erfolgt durch Oefen, für die Aula etc. ist eine Luftheizung vorgesehen. Die Treppe im Erdgeschofs ist eine steinerne.

Das Project ward mit Benutzung von Ausarbeitungen des Bauinspectors Heidelberg im Ministerium der öffentlichen Arbeiten unter dem Geh. Ober-Baurath Giersberg hergestellt. Die Ausführung leitete der obengenannte Baubeamte und der Bauführer Sümmerrmann. Begonnen ward der Bau im Frühjahr 1879, beendet im Jahre 1880. Die Bauausführung kann eine musterhafte genannt werden; eine besondere Erwähnung verdienen die Bildhauerarbeiten an den zahlreichen Capitälen, Consolen u. s. w., deren schönes, dem Styl entsprechend immer wechselndes Laubwerk einen fesselnden Schmuck bildet. Der auf 197000 Mark veranschlagte Kostenbetrag ist nicht überschritten worden, und stellen sich sonach, da die Länge des Neubaus 22 m und die Tiefe 20 m, die bebaute Fläche also 440 qm mißt, die Kosten für das qm Baufläche auf rot. 448 M. C. Schäfer.

Die Tunnelbauten auf der Strecke Nordhausen-Wetzlar im Zuge der Berlin-Coblenzer Eisenbahn.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 17 bis 24 im Atlas und auf Blatt A im Text.)

Wie schon bei der Beschreibung der größeren Kunstbauten der Strecke Nordhausen-Wetzlar*) erwähnt worden ist, überschreitet die Bahnlinie nicht allein mehrere Wasserscheiden, sondern durchschneidet auch in den von ihr verfolgten Flufs- und Bachthälern eine größere Anzahl stark vorspringender Bergnasen, wodurch die Herstellung mehrerer Tunnels in größerer und geringerer Länge bedingt wurde. Im Ganzen waren 8 Tunnels mit einer Gesamtlänge von 5969,9 m und einem Gesamt-Kostenaufwande von 9730949 \mathcal{M} . auszuführen, und zwar:

- 1) der Remsfelder- (Wasserscheide) Tunnel,
- 2) der Bischofferoder- (Wasserscheide) Tunnel,
- 3) der Frieda-Tunnel,
- 4) der Entenberg-Tunnel,
- 5) der Heiligenberg-Tunnel,
- 6) der Mühlenberg-Tunnel I,
- 7) der Mühlenberg-Tunnel II,
- 8) der Küllstädter- (Wasserscheide) Tunnel.

Für den Zweck der nachstehenden Abhandlung wird es genügen, wenn der speciellen Beschreibung über die Bauausführung eines Tunnels noch Notizen über die bei anderen Tunnelausführungen etwa vorgekommenen Abweichungen und einige allgemeine Betrachtungen zugefügt werden.

Es soll daher hier derjenige Tunnel, welcher der Ausführung die meisten Schwierigkeiten bereitet hat und bei welchem eine größere Anzahl der verschiedenen Ausbau-Constructions zur Anwendung gekommen ist, eingehender beschrieben werden; dies ist:

Der Remsfelder Tunnel bei Oberbeisheim.

Von dem gegenüber der Stadt Homberg im früheren Kurfürstenthum Hessen hochgelegenen Bahnhofe Homberg zieht sich die Bahn in einer Steigung von 1 : 140 an den linksseitigen Abhängen des Efszethales hin, und überschreitet dann dieses Thal 4 km oberhalb Hombergs mittelst des schon früher beschriebenen großen Viaductes. Von diesem Viaduct an sucht die Bahn mit einer Steigung von 1 : 100 den von Homberg bis Rengshausen in einer Länge von etwa 7 km sich hinziehenden Bergrücken — die Wasserscheide zwischen Efze und Beifse — zu durchbrechen.

Trotz der sehr beträchtlichen Höhe des Efze-Viaductes (29 m über Thalsohle), trotz der am Ende des Viaductes beginnenden Maximalsteigung von 1 : 100 und trotz der Benutzung einer tiefen sattelförmigen Einsenkung des vorerwähnten Bergrückens, war es nicht möglich, letzteren mittelst eines Einschnittes von allenfalls zulässiger Tiefe zu durchbrechen. Es wurde vielmehr hier die Herstellung eines Tunnels erforderlich, welcher ungeachtet der beiderseitigen 500 resp. 600 m langen Voreinschnitte immer noch die ansehnliche Länge von über 900 m erhalten hat.

a. Allgemeine Lage des Tunnels und geognostische Verhältnisse.

Der qu. Tunnel, welcher ziemlich genau in der Richtung von Süden nach Norden läuft und mit seiner Sohle

42 m unter dem höchsten Punkt des Bergrückens (in der Mittelaxe der Bahn) bleibt, liegt zwischen den Stationen 984 und 993, an welche letztere sich direct der vorzugsweise im Interesse des Betriebes angeordnete und vollständig im nördlichen Tunnel-Voreinschnitt liegende Bahnhof Oberbeisheim anschließt.

Die am Efze-Viaduct beginnende Steigung der Bahn von 1 : 100 geht kurz vor dem Anfang des Tunnels in eine solche von 1 : 1000 über. In der letzteren befinden sich noch 500 m Tunnel, während die übrigen 400 m Tunnel schon in der Horizontalen des Bahnhofes Oberbeisheim liegen, ein Umstand, welcher eine außerordentlich schwierige Entwässerung zur Folge hatte und deshalb auch auf die Ausführung des nördlichen Theiles des Tunnels sehr erschwerend eingewirkt hat.

Der Tunnel liegt außerdem innerhalb einer großen Gebirgsverwerfung, d. h. in einer Spalte der bunten Sandsteinformation, in welche die sonst höher liegenden blauen und rothen Schieferthone und Letten, „das Röth“, hinabgestürzt sind. Dieselben stehen in Folge dessen sehr stark geneigt, zum Theil auf dem Kopf, sind vielfach zerrüttet und zerklüftet, und in diese Klüfte ist dann später Braunkohlenthon und an einzelnen Stellen auch Sand gelangt. Eine Continuität der Schichten im Fortstreichen ist nicht vorhanden; die Schichten haben vielmehr bei ihrem steilen Einfallen und wegen ihrer thonig-schieferigen Structur keinen Halt und wenig Zusammenhang unter sich.

Die Schichten des Röth streichen unter einem spitzen Winkel zur Tunnelaxe und besitzen auch wegen ihrer schieferigen Structur die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen und alsdann aufzuquellen, so daß jeder Zeit an vorher nicht zu berechnenden Stellen einseitiger Druck und Schub entstehen kann.

Wie aus dem geognostischen Horizontalprofil auf Bl. 17 zu ersehen, greift der Sandstein an drei Stellen, bei Station 984, 987 und 989 + 70 in das Tunnelprofil ein, an andern Stellen kommt derselbe nur in den Fundamenten zum Vorschein. Nur bei Station 984 bis 984 + 50 steht der Sandstein in geschlossenen Massen ganz im Profil, sonst tritt er nur auf der rechten Profilstseite in fester ununterbrochener Masse vor, während er auf der linken Profilstseite bereits stark zerklüftet, mit Sand- und Thonadern durchzogen ist. Bei Station 987 bis Station 987 + 50 geht derselbe auf der linken Profilstseite in Sandsteinschutt über, bestehend aus Sandsteinbrocken, Sand und Nestern von Thon.

Bei Station 989 + 53 bis 990 ist der Sandstein zum Theil mit bis 0,50 m hohen festen Sandschichten durchzogen, und kommt auch hier an einzelnen Stellen auf der linken Profilstseite der Sandsteinschutt vor. Zwischen Sandstein und Röth befindet sich zumeist eine von 0,20 bis 1,00 m und darüber mächtige Schicht von gelber Lette und Braunkohlenthon, welche durch Zutritt von Wasser plastisch wurde und alsdann dem Röth Gelegenheit zur Bewegung gab.

Während der Bauausführung wurden mehrmals Wasseradern angetroffen, welche in wenigen Tagen den Schieferthon und die Lette an der betreffenden Arbeitsstelle so

*) Jahrg. 1880 dieser Zeitschr. S. 241 u. ff.

erweichten, daß es nur mit großer Mühe gelang, den Tunnel durch die betreffende Stelle durchzubringen; zwei Mal erfolgte auch in diesen Fällen ein Gebirgsbruch, der bis zu Tage ging.

Als Ursache dieser Brüche ist lediglich die unmittelbare Nähe des im Tunnelprofil fast senkrecht abschneidenden Sandsteinfelsens anzusehen, an welchem der durch das Wasser in Bewegung gebrachte Schieferthon abrutschte, während bei dem plötzlichen Auftreten des Wassers im Röth, wie bei Station 985, 986 + 10, 988 + 70, 990 + 40, 991 + 50 solchen Unfällen entgegen gearbeitet werden konnte. Bei Station 993 tritt der Sandstein abermals, jedoch nur auf kurzer Strecke, gleichsam als Nase, in das Profil, auch hier mächtige, jedoch nur in dem Voreinschnitt vorgekommene Abrutschungen veranlassend. Im südlichen Voreinschnitt streicht der Fels bei Station 982 + 50 ganz aus dem Einschnittsprofil. Das Einfallen der Schichten beträgt daselbst 30 bis 40 Grad.

Alle diese vorstehend geschilderten ungünstigen Erscheinungen in der zu durchbrechenden Gebirgsformation weisen schon zur Genüge auf die bedeutenden Schwierigkeiten hin, mit welcher die Ausführung des Tunnels in der That zu kämpfen hatte.

Ich kann hierbei nicht unterlassen, einer bezüglichlichen gutachtlichen Äußerung des Königlichen Landesgeologen Herrn Dr. Moesta zu Marburg Erwähnung zu thun. Derselbe schreibt unter dem 24. März 1874 wörtlich Folgendes an mich:

„Von Treysa bis Frielendorf durchschneidet die Bahn fast ausschließlich tertiäre Schichten, indem nur der flache Bergrücken zwischen dem Bahnhofe Treysa und der Rudolphs-aue aus buntem Sandsteine besteht. Dieses Tertiärgebirge geht zusammenhängend bis zum Tunnel bei Oberbeisheim, und würde ein Urtheil über seine speciellen geologischen Verhältnisse nur nach vorausgegangener eingehender Besichtigung möglich sein. Eine solche dürfte namentlich für die genannte Tunnelanlage zweckmäßig und wichtig sein, indem dieselbe, so viel sich übersehen läßt, unter Umständen auf große Schwierigkeiten stoßen könnte, da, wie es scheint, der Tunnel noch oben die tertiären Schichten zu durchschneiden und vielleicht auch Basalt zu durchbrechen haben wird. Ginge in einem solchen Falle derselbe nicht in erheblicher Tiefe hindurch, so würden ein enormer Gebirgsdruck und starke Wasserzugänge in Aussicht stehen, wozu noch der bedenkliche Umstand hinzutritt, daß allgemeine geologische Verhältnisse auf eine Durchsetzung dieses Terrains durch eine starke Gebirgsverwerfung hindeuten, und durch dieses Verhältniß weitere Schwierigkeiten hinzutreten könnten. Hierüber kann jedoch nur eine geologische Specialuntersuchung die nöthige Klarheit verschaffen, und es wäre möglich, daß eine Verschiebung des Tunnels um nur einige Hundert Schritte östlich alle derartigen Schwierigkeiten zur Seite lassen würde.“

Es war selbstverständlich, daß dieses ungünstige Prognostikon die Bauverwaltung zum eingehenden Studium darüber aufforderte, ob nicht eine Verlegung der Linie überhaupt, oder doch mindestens eine Verschiebung der Tunnelanlage ausführbar sei. Eine Verlegung der Linie war bei der im Allgemeinen vorgeschriebenen Trace derselben, welche eine Verfolgung des Beisethales erheischte, nicht möglich, und jede Verschiebung der Tunnellage selbst hätte nach den

angestellten Ermittlungen eine so erhebliche Verlängerung des Tunnels und der an sich schon langen Tunnel-Voreinschnitte im Gefolge gehabt, daß die hierdurch entstandenen sehr beträchtlichen Mehrkosten alle nur irgend zu erwartenden Schwierigkeiten überwiegen mußten. Dazu kam noch, daß nach dem Resultat der vorher angestellten Bohrversuche die Befürchtungen des Herrn Dr. Moesta nicht in vollem Umfange als zutreffend erachtet werden konnten.

b. Baudisposition.

Wesentlichen Einfluß auf die correcte und glatte Durchführung eines Tunnelbaues übt die vorher eingehend durchgearbeitete Aufstellung eines Baudispositionsplanes. Für die Aufstellung desselben ist zunächst die Länge der vorhandenen Bauzeit bis zur vollständigen Fertigstellung der Bahn überhaupt, maßgebend. Man muß selbstverständlich die Bauzeit für den Tunnel stets um einen entsprechenden Zeittheil kürzer als die Bauzeit bis zur Fertigstellung der ganzen Bahn normiren, einerseits, weil unvorhergesehene Schwierigkeiten gerade bei Tunnelanlagen zu häufig die Fertigstellung um ein Bedeutendes verzögern und dann die rechtzeitige Eröffnung der ganzen Bahn in Frage stellen können, andererseits, weil es behufs rationeller Disposition über die Herstellung des Oberbaues, zur Erleichterung der Communication zwischen den auf beiden Seiten des Tunnels liegenden Baustellen, sowie ferner bei der event. plötzlich eintretenden Nothwendigkeit, Materialien etc. auf kürzestem Wege über die Tunnelbaustelle nach entfernt liegenden Arbeitsstellen transportiren zu müssen, — im höchsten Grade wünschenswerth sein muß, den Tunnel schon längere Zeit vor der Betriebseröffnung passiren zu können.

Ein anderer sehr wichtiger Umstand für die Arbeitsdisposition ist die Anzahl der projectirten Arbeitsstellen. Hierbei kommt in Betracht, daß im Anfange der Bauzeit auf eine stetige Vermehrung der Arbeitskräfte Bedacht zu nehmen ist; daß dagegen, sobald die Ausführung im vollen Gange ist, auf einen gleichmäßigen Fortschritt derselben hingewirkt, d. h. strenge darauf gehalten werden muß, daß stets eine möglichst gleiche Anzahl von Arbeitsstellen sich im Betriebe befindet, damit nicht plötzlich Arbeiter zu entlassen sind oder angenommen werden müssen. Letzteres hat — wenn nicht immer sofort eine genügende Anzahl von Arbeitern zur Disposition steht, was auf den meistens isolirt liegenden Tunnelbaustellen in der Regel nicht der Fall ist, — zur Folge, daß einzelne Ausweitungen zu lange in der Auszimmerung stehen müssen, was stets nachtheilig ist, bei druckhaftem Gebirge aber sehr gefährlich werden kann. Der erstere Fall, Arbeiter plötzlich entlassen zu müssen, ist zwar augenblicklich von keinerlei Nachtheil für die Bauausführung, hat aber zur Folge, daß behufs Einhaltung der Bauzeit über kurz oder lang der zweite Fall mit seinen vorerwähnten nachtheiligen Einflüssen eintreten muß.

Nach den vorstehenden Gesichtspunkten ist demnach zunächst der Arbeitsbetrieb zur Herstellung des Sohlenstollens zweckentsprechend zu disponiren, ferner die Anzahl der event. abzuteufenden Schächte so wie die der Aufbrüche und der damit zusammenhängenden Angriffspunkte für die Ausführung genau festzustellen. Bei der Anordnung der Schächte ist außerdem auch noch die Gradienten der Tunnelsohle resp. die von dieser Gradienten abhängende Entwässerung der

Tunnelbaustellen, so weit als irgend thunlich, in Betracht zu ziehen.

Unter Berücksichtigung dieser Momente und unter Zugrundelegung des durch Erfahrungen festgestellten monatlichen Baufortschritts (abnormales Gebirge und Maschinenbohrung ausgeschlossen) von durchschnittlich 25 m für den Sohlenstollen und $\frac{2,5}{3} = 8\frac{1}{3}$ m für den Vollaussbruch ist die auf Blatt 18 dargestellte Arbeitsdisposition für den Remsfelder Tunnel entworfen worden.*)

Da bis zur vollständigen Vollendung des Tunnels incl. Herstellung der Portale, welche etwa 6 Monate vor dem für die Betriebseröffnung der Bahn festgesetzten Zeitpunkte erfolgen sollte, eine Bauzeit von 36 Monaten vorhanden war, so wurde bis zur Fertigstellung des Vollaussbruchs eine Bauzeit von 30 Monaten in Aussicht genommen und dieselbe in 5 Bauperioden getheilt.

In die erste Bauperiode von 6 Monaten fiel nur das Vortreiben des Sohlenstollens und das Abteufen der Schächte, in der zweiten Bauperiode, vom siebenten bis zum zwölften Monat incl., waren neben der Herstellung des Stollens bereits zwei Angriffspunkte für den Vollaussbruch vorhanden. Für die dritte und vierte Bauperiode, vom dreizehnten bis achtzehnten und vom neunzehnten bis vierundzwanzigsten Monat incl., wurden permanent 6 Arbeitsstellen geschaffen, während in der fünften und letzten Bauperiode, vom fünfundzwanzigsten bis dreißigsten Monat incl., 5 Arbeitsstellen vorhanden waren.**)

Schließlich mag noch erwähnt werden, daß, wie aus dem Arbeitsprofil ersichtlich, für den nördlichen Tunnelvoreinschnitt wegen verzögerten Grunderwerbes ein um einige Monate späterer Beginn der Ausführung angenommen werden mußte, und daß es sich gleich nach Beginn der Ausführung behufs Beschleunigung derselben als zweckmäßig erwies, außer den ursprünglich disponirten drei Schächten noch drei weitere Hilfsschächte abzuteufen.

c. Bauausführung.

1. Schächte.

Die nach der Disposition zuerst projectirten 3 Schächte, und zwar der Hauptförderschacht in Station 987 + 25 und die beiden Nebenschächte in Station 983 + 60 und Station 993 + 15, sämtlich in der Bahnaxe liegend, wurden gleichzeitig in Angriff genommen.

Die Construction des 39,3 m tiefen Hauptschachtes mit Schachtstuhl und Pumpensumpf ist auf Blatt 18 dargestellt.

Derselbe war in seinen Querschnitts- Dimensionen auf die Förderung der Berge mittelst Rollwagen bemessen, und enthielt 3 Abtheilungen, von denen die beiden ersten von je 1,45 m lichter Breite und 2,3 m lichter Länge für die Förderschalen bestimmt waren, während die dritte Abtheilung von 1,0 m lichter Breite und der gleichen lichten Länge wie die beiden andern Abtheilungen, nochmals getheilt, in dem einen Raume die Fahrt für die Arbeiter

*) Das vom Nebenschachte in Stat. 983 + 60 aus, nach Süden vorgetriebene kurze Stück Sohlenstollen war zur Erleichterung des Arbeitsbetriebes erforderlich. Dasselbe sollte dazu dienen, in vorkommenden Fällen Fördergefäße, Ausbruchsmassen, Materialien und namentlich Hölzer etc. schnell aus dem Wege setzen zu können.

**) Es war selbstverständlich, daß bei den schwierigen Verhältnissen des Remsfelder Tunnels die Arbeitsdisposition nicht strikte eingehalten werden konnte, im Großen und Ganzen hat dieselbe aber stets als Richtschnur für die Ausführung gedient.

und in dem zweiten Raume die Pumpen und Ventilationsrohre enthielt. Letzterer Raum diente auch außerdem zum Einbringen der Auszimmerungshölzer. Die Förderung der Berge erfolgte durch eine neben dem Schacht aufgestellte stationäre Dampfmaschine, welche gleichzeitig Ventilator und Pumpenwerk trieb.

Die ganze Anlage war geschützt durch ein über dem Schacht errichtetes Gebäude aus Fachwerk (vgl. Bl. 19), welches neben dem Förderthurm und den Räumen für Dampfmaschine und Dampfkessel auch einen Werkstattsräum für kleine Reparaturen enthielt. Von den Förderschalen wurden die Rollwagen auf Geleisen nach der außerhalb des Gebäudes angelegten Halde transportirt und hier ausgestürzt. Die ganze Einrichtung, namentlich auch die Anordnung der Aufzugvorrichtung für die Förderschalen dürfte aus der auf Blatt 19 in Grundriß, Durchschnitt und Ansicht vollständig dargestellten Anlage deutlich hervorgehen.

Von ähnlicher Construction und Einrichtung, jedoch mit geringeren Dimensionen, war der in Station 993 + 15 abgeteufte 24,0 m tiefe Nebenschacht, in welchem gleichfalls die Berge mittelst Rollwagen, jedoch von kleinerem Inhalt wie die des Hauptschachtes, gefördert wurden. Die Förderung wurde durch eine transportable Dampfmaschine bewirkt. Die Anlage ist im Durchschnitt auf Bl. A skizzirt dargestellt.

Der 21,1 m tiefe Nebenschacht in Station 983 + 60 sowie die 3 Hilfsschächte in Station 981, 982 und 995 + 25 von resp. 7,5, 13,3 und 15 m Tiefe waren von gleicher Anordnung, hatten jedoch, da bei denselben die Förderung der Berge mittelst Kübel und Haspel erfolgte, neben dem kleineren Raume für die Fahrt nur einen Fördererraum. Die Construction dieser Schächte ist auf Blatt 18 dargestellt.

Sämmtliche Schächte waren regelrecht aus starken kantigen Hölzern verzimmert und mit 6 cm starken Bohlen verschalt.

Die Kosten der Abteufung des Hauptförderschachtes in Station 987 + 25, etwa zur Hälfte Schieferthon, Lehm und Sandschichten, zur anderen Hälfte festeren rothen Sandstein durchbrechend, betragen für 1 Meter an Arbeitslohn durchschnittlich 353 *M.*, an Material, Holz, Pulver etc. 137 *M.*, in Summa also 490 *M.*

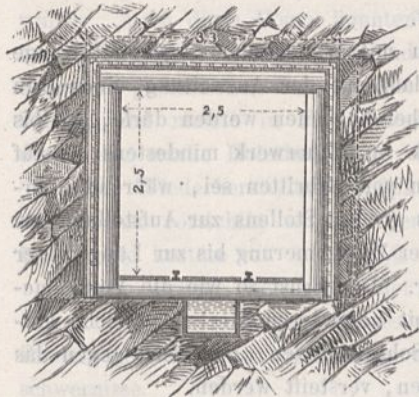
Die Kosten der Abteufung für die Schächte in Station 981, 982 und 983 + 60 betragen incl. der Auszimmerung, so weit dieselben im Schieferthon standen, 130 *M.* und im weichen Buntsandstein einschließlich der Sprengmaterialien 145 *M.* für ein Meter, während sich diese Kosten bei den Schächten 993 + 15 und 995 + 25, bei denen ein starker Wasserzudrang stattfand, incl. der Wasserhaltung mit Förderkübeln, auf durchschnittlich 150 *M.* pro 1 Meter belaufen.

2. Sohlenstollen.

Nach erfolgter Abteufung der einzelnen Schächte bis zum Bahnplanum wurde sofort mit Herstellung des Sohlenstollens vorgegangen, welcher ebenfalls in der Bahnaxe lag.

Der Stollen wurde überall nach dem hier skizzirten Normalprofil ausgeführt und erhielt eine Gesamtlänge von 1500 m, von welcher also rot. 900 m im Tunnel selbst und je 300 m in den beiden Voreinschnitten hergestellt worden sind. Wenn irgend die Entwässerungsverhältnisse, welche von der Baudisposition mehr oder weniger abhängen, es

gestatten, ist es, namentlich bei Tunnels in druckhaftem Gebirge, sehr erwünscht, gleichzeitig mit dem Stollen auch



den in der Regel in der Mittelaxe des Tunnels liegenden definitiven Entwässerungscanal herzustellen, und diesem derartige Dimensionen (etwa $0,6 \times 0,75$ m) zu geben, daß bei event. eintretenden Brüchen dieser Canal als Rettungstollen für die Arbeiter benutzt werden kann.

Im vorliegenden Falle, in welchem entsprechend der Arbeitsdisposition vielfach die Entwässerungen provisorisch in umgekehrter Richtung angeordnet werden mußten, ist der hierzu dienende Canal, wie aus der Skizze ersichtlich, in möglichst beschränktem Querschnitt aus Bohlen hergestellt worden.

Soweit der nach und nach erfolgte Durchschlag zwischen den einzelnen Stollenstrecken dies gestattete, wurde auch nach und nach der kostspielige Schachtbetrieb eingestellt. Der Betrieb im Hauptschacht währte am längsten und konnte erst nach dem, nach $18\frac{1}{2}$ Monaten in Station $990 + 21$ erfolgten letzten, also nunmehr vollständigen Durchschlage des Sohlenstollens eingestellt werden. Dispositionsmäßig sollte dieser Durchschlag nach 16 Monaten in Station $989 + 80$ erfolgen. Die geringe Verschiebung in der Ausführung gegen die Disposition wurde durch die im südlichen Theile des Tunnels vorgekommenen Tunnelbrüche verursacht.

Das durchfahrene Gebirge erforderte an allen Stellen, mit Ausnahme der Strecken von 984 bis $984 + 60$ und $989 + 53$ bis $989 + 80$, an welchen fester Sandstein sich vorfand und für welchen eine verticale Absteifung genügte, eine Verzimmerung und vollständige Verschalung nach dem Normalprofil. Die Stollenbaue standen $1,35$ m von Mitte zu Mitte entfernt.

Der Zudrang des Wassers war im Anfange der Bauzeit nur mäßig, nahm aber mit dem Fortschritt der Ausführung so bedeutend zu, daß die Abführung desselben nur mit großen Schwierigkeiten und Kosten zu ermöglichen war.

Nach den an Ort und Stelle gemachten Erhebungen mußte ja allerdings die Bauverwaltung von vorn herein auf einen sehr bedeutenden Wasserzudrang gefaßt sein und hat dies auch, wie die mehrfach gebrochene Sohle des Stollens zeigt, bei der Disposition berücksichtigt. Die abzuführenden Wassermassen wurden jedoch so bedeutend, daß es zweckmäßig erschien, einerseits der Stollensohle vielfach ein bedeutend stärkeres Gefälle, als disponirt, zu geben, und andererseits auch das Wasser nach vorhandenen Klüften in dem bei Station $987 + 25$ und $989 + 70$ durchfahrenen Sandsteinfels abzuleiten. Durch beide Manipulationen wurde an vielen Stellen eine derartig erhöhte Lage der Sohle des Stollens gegen die projectmäßige Sohle des Tunnels herbeigeführt, daß bei der Herstellung des Vollausbruchs mit eisernen Bögen nach dem System Rziha der Nachtheil ent-

stand, daß die Höhe zwischen den Unterbühenträgern und dem Fördergeleise häufig eine zu geringe war.

Der Ausbruch des Stollens erfolgte ohne Anwendung von Maschinen durch Handarbeit.

Der Gesamtkostenaufwand für die erstmalige Herstellung des Richtstollens in der Länge von 1500 m betrug rot. 192098 \mathcal{M} ., und kostete demnach das laufende Meter Stollen rot. 128 \mathcal{M} .. Von letzterem Einheitssatze entfallen: rot. 42 \mathcal{M} auf Holzverbrauch, „ 75 \mathcal{M} auf Arbeitslohn, Ausbruch und Verzimmerung, und „ 11 \mathcal{M} auf Wasserhaltung.

In denjenigen Strecken des Stollens, welche im Röth lagen, mußte, trotzdem die Auszimmerung aus 30 bis 40 cm starken Hölzern auf das Sorgfältigste erfolgt war, sehr bald, noch vor dem vollständigen Durchschlag des Stollens, mit der Stellung von Hilfsbauten vorgegangen werden, welche jedoch auch nur für kurze Zeit dem colossalen Gebirgsdrucke Widerstand leisteten. Hierauf wurden dann unter die Kappen und auf die Schwellen Unterzüge und Langschwellen, theilweise auch kräftige Schienen gelegt und diese unter einander abgebolzt. Doch selbst diese Verstärkung der Auszimmerung genügte an denjenigen Stellen, an welchen sich stärkerer Wasserzufluß zeigte, durchaus nicht; hier zerbrachen die sämtlichen Hölzer stets nach einander, und an vielen Stellen schon nach wenigen Wochen.

Mit dem Zerbrechen der Hölzer war stets ein Zusammensinken und eine Verringerung des lichten Profils verbunden, so daß wiederholt und an fast allen Stellen des Tunnels, an denen sich Wasser vorfand, eine Wiederherstellung des Durchfahrtsprofils durch „Auffirsten“ stattfinden mußte.

Ueber ein Jahr lang waren ständig Tag und Nacht Mannschaften mit dem Auswechseln zerbrochener Hölzer und Auffirsten, resp. mit der Erweiterung des Profils beschäftigt. Die seitens der Bauverwaltung hierfür verausgabten Kosten betragen nahezu 15000 \mathcal{M} ., wobei aber noch zu berücksichtigen ist, daß an denjenigen Stellen, an denen bereits Unternehmer mit dem Vollausbruch betraut waren, von diesen die Unterhaltung der betreffenden Sohlenstrecke auf eigene Kosten bewirkt werden mußte.

3. Vollausbruch.

Mit dem Vollausbruch wurde, einige Monate gegen die Disposition verspätet, im Frühjahr 1876 vorgegangen. Der erste Versuch, diese Arbeit wenigstens theilweise an Unternehmer zu vergeben, scheiterte an der Höhe der im Submissionsverfahren erzielten Einheitspreise, weshalb zunächst mit der Ausführung in Regie vorgegangen wurde.

Im Laufe der Zeit gelang es jedoch, 3 Unternehmer zur Uebernahme größerer Loosstrecken zu gewinnen, und da außerdem auch einige tüchtige Oberhauer in Kleinaccord eintraten, wurde in den drei letzten Bauperioden nur stets eine Arbeitsstelle in Regie betrieben. An Unternehmer und Accordanten war nur die eigentliche Arbeitsleistung, also Herstellung des Vollausbruchs und der Mauerung, übertragen, da sämtliche Materialien von der Bauverwaltung und der gesammte Transport der geförderten Berge sowie der Zimmer- und Maurermaterialien aus Zweckmäßigkeitsgründen einem einzigen Unternehmer übertragen werden mußte. Es

war dies der Unternehmer für die Erdarbeiten in den beiden Tunnel-Voreinschnitten. In den langen, sehr schwierigen Voreinschnitten, in welchen selbst das eine Geleise für den Erdarbeiten-Unternehmer kaum stetig frei zu halten war, würde die Herstellung eines zweiten Transportgeleises resp. die Mitbenutzung seitens der Tunnelbau-Unternehmer nur zu großen Erschwernissen und Collisionen geführt haben.

Den letzteren Unternehmern war jedoch das Auf- und Abladen der Ausbruchmassen und der Zimmer- und Maurer-materialien im Tunnel resp. auf Halde und Lagerplatz mit übertragen, demgemäß der Unternehmer der Erdarbeiten nur für rechtzeitige Zu- und Abführung der beladenen resp. entladenen Wagen zu sorgen hatte.

Durch die weite Entfernung der Lagerplätze und Hal-den von den Arbeitsstellen im Tunnel, welche vom Tunnel-anfang auf beiden Seiten nahezu 700 m betrug, wurden häufig Störungen und auch Vertheuerungen der Arbeiten verursacht. Namentlich übten die in den beiden Vorein-schnitten öfters vorgekommenen großen Rutschungen, welche bald den noch im Einschnitt befindlichen Stollen für den Tunneltransport zerdrückten und unpassirbar machten, bald das Geleise in den Einschnitten verschütteten, großen und nachtheiligen Einfluß auf den Betrieb des Tunnelbaues aus.

Die stärksten Rutschungen kamen bei Station 993 rechts der Bahn am nördlichen Tunnelportal vor, woselbst der Schieferthon gegen eine nur wenige Meter in das Tun-nelprofil reichende Nase aus Sandsteinfels anstößt. Diese letztere Stelle bereitete der Tunnelbauausführung ganz unge-meine Schwierigkeiten, da es wegen der ständigen Abrut-schung der Erdmassen wochenlang entweder gar nicht oder nur mit ganz beträchtlichen Kosten möglich war, die Passage in dem Tunnel von dieser Seite aus, sowie den Wasser-abfluß aus demselben aufrecht zu erhalten.

Von den vier ersten in Angriff genommenen Auswei-tungen wurden zwei im Holzbau mittelst des sogenannten Wandruthenbaues und zwei mit gusseisernen Bögen nach dem System Rziha abgebaut. Während der Abbau von dem ersten Ausbruch an, nach Süden zu, im Sandsteinfels bis zum Tunnelanfang sehr gut und ohne Aufenthalt von Statten ging, wurde derselbe nach Station 985 zu immer schwieriger, so daß dem Unternehmer das strossenförmige Vortreiben des Vollaubruchs untersagt, und aufgegeben werden mußte, den Abbau nur in einzelnen 6 m langen Stücken herzustellen. Aber auch diese Anordnung hatte nur geringen Erfolg. Der Gebirgsdruck hier, auch an vielen andern Stellen des Tunnels, war ein so starker, daß stets die starke Verzim-merung in fast allen Theilen zerbrochen oder doch so zer-drückt wurde, daß dieselbe bei der Auswechsellung behufs Herstellung des Mauerwerks, nur in einzelne kurze Stücke zerhauen, herausgenommen werden konnte. Selbst die 40 bis 50 cm starken Brust- und Grundschnellen zerbrachen, während die in denselben Stärken zur Anwendung gekom-menen Sohlstempel aufspalteten. Bei dem Abbau mehrerer 6 m langer Stücke kam es vor, daß, nachdem das Profil fertig ausgebrochen und verzimmert war, die Verzim-merung sich so gesenkt hatte, daß nur noch Raum vorhanden war, den Lehrbogen aufzustellen, während für das Gewölbe erst wieder Profil gemacht werden mußte.

Um einen rascheren Fortschritt der Arbeiten zu erzie-len, resp. um gerade an dieser druckhaften Stelle des Tun-

nels die Fertigstellung zu beschleunigen, wurde, abweichend von der Disposition, bei Station 985 + 60 ein weiterer Ausbruch angeordnet, und auch an dieser Stelle der Abbau mit Wandruthen bewirkt.

Die für den Abbau mit Wandruthen gegebene strenge Vorschrift bestimmte, daß mit der Ausweitung eines 6 m langen Stückes nicht früher begonnen werden dürfe, als bis das vorhergehende Stück im Mauerwerk mindestens bis auf 3 bis 4 Gewölbeschnellen vorgeschritten sei, während aller-dings der Vortrieb eines großen Stollens zur Aufstellung des unteren hohen Bockes der Verzim-merung bis zur Länge einer Ausweitung gestattet war. Die Brust so wie die Verzimme-rung sollte stets noch mit besonderen Streben, welche ent-weder direct auf der Sohle standen, oder sich gegen das fertige Mauerwerk lehnten, versteift werden.

Trotz dieses als gewiß sehr vorsichtig und sicher zu bezeichnenden Vorgehens beim Ausbruch erfolgte im April 1877 ein Tagesbruch bei Station 985 + 35. Der Stand der Ausführung war zur Zeit der, daß ein 6 m langes Stück im Vollaubruch und der Verzim-merung nahezu, die Mau-erung in einem dahinter liegenden 33 m langen Tunneltheil vollständig fertig und der untere Bock der Verzim-merung auf rot. 3 m Länge dem Vollaubruch angetrieben war. Trotz aller Vorsichtsmaafsregeln wurde die ganze Verzim-merung innerhalb etwa einer Stunde derartig von der Brust und Seite her verschoben, daß sie zusammenstürzen mußte. Die Ursache dieses Bruches war die bei Station 985 + 35 durch das Profil streichende wasserführende Schicht, aus festem rothen Schieferthon bestehend, und der wieder aus dem Profil daselbst zurücktretende Sandsteinfels, an welchen sich eine bis zu 2 m starke Schicht gelber Letten anlehnte. Bei Untersuchung der über dem Bruche (in einem Walde) entstandenen trichterförmigen Einsenkung wurde in einer Tiefe von etwa 1 m unter Terrain ein kleiner Wasser-lauf entdeckt, welcher die erste Veranlassung zur Ablösung des Gebirges gegeben hat. Selbstverständlich wurde der Wasserlauf sofort durch einen offenen Graben von der Bruch-stelle abgeleitet.

Der durchschnittene Bergrücken hat überhaupt in der Bahnlinie eine solche Gestaltung, daß das Wasser, welches von den links und rechts der Mittellinie liegenden Berg-abhängen abläuft, sich auf dem muldenförmigen Terrain über dem Tunnel ansammelte. Es wurde deshalb auch bereits vor Beginn des Tunnelbaues eine umfangreiche Drai-nage dieses Terrains mittelst offener tiefer Gräben zur Aus-führung gebracht, und wäre auch der vorgenannte Wasser-lauf, wenn derselbe rechtzeitig entdeckt worden wäre, in dies Drainage-System mit einbezogen worden.

Die Wiederherstellung des Bruches wurde von zwei Seiten in Angriff genommen, und zwar in Stücken von nur 2,5 m Länge. Letztere wurden jedoch erst abgebaut, nach-dem das Fundamentmauerwerk für dieselben behufs Beschaffung eines festen Fußes für die Auszimmerung hergestellt war. Diese Herstellung erfolgte in der Weise, daß vom Sohlen-stollen aus, nach beiden Widerlagsseiten hin, Querschläge vorgetrieben und von diesen aus entsprechende Stollen für das Fundamentmauerwerk ausgebrochen wurden, wie in dem Profil auf Blatt 21 punktirt angedeutet worden ist. Die durch diesen Bruch entstandenen Mehrkosten beliefen sich auf 9000 M.

Ein zweiter Tunnelbruch war schon einige Zeit vorher in einer derjenigen Ausweitungen erfolgt, in denen der Abbau mit gußeisernen Bögen nach dem System Ržiha bewirkt wurde. Auch diese Bögen konnten einem stärker auftretenden Gebirgsdrucke nicht genügend Widerstand leisten, die einzelnen gußeisernen Felgenstücke zerbrachen vielmehr sehr häufig, und mußte in Folge dessen der Ausbau vielfach durch eine starke Holzzimmerung verstärkt werden.

Die Wiederherstellung erfolgte auch hier stückweise und ebenso vorsichtig wie bei dem erst erwähnten Tunnelbruch, und kostete rot. 11000 \mathcal{M} .

Beide Brüche bereiteten der Ausführung, namentlich dem Transport der Ausbruchmassen und den Maurer- und Zimmerarbeiten, ganz erhebliche und sehr kostspielige Erschwernisse.

In Folge der gemachten Erfahrungen wurde auf allen weiteren Strecken, auf denen sich starker Gebirgsdruck zeigte, der Abbau stets nur in Längen von höchstens 3 m hergestellt. Außerdem wurde auch auf diesen Strecken der Sparrenbau der Anwendung der, dem Gebirgsdruck nicht genügend Widerstand leistenden gußeisernen Bögen vorgezogen. Da der Verbrauch von Hölzern wegen des übermäßigen Gebirgsdruckes und des stets zunehmenden Wasserandranges ein verhältnißmäßig sehr großer war, und dadurch eine große Menge kurzer, jedoch noch völlig gesunder Hölzer nach und nach disponibel wurde, welche sowohl für den Sparrenbau als auch für den Wandruthenbau nur zum geringsten Theil zu verwenden waren, so wurde der Versuch gemacht, mit Holzbögen in gleicher Weise abzubauen, wie dies bei dem Eisenbau stattfand. Es wurden zu diesem Zwecke sechs Stück Bögen aus zerbrochenen eichenen Brustschwellen angefertigt. Da diese Bögen gleichzeitig als Lehrbögen dienen sollten, so war es nothwendig, dieselben von vornherein so festzustellen, daß ein Senken nicht leicht stattfinden konnte, was dadurch bewirkt wurde, daß, wie bei den Tunnelbrüchen vor dem Abbau (Einbau des Holzbogens), bereits das Fundament und ein Stück aufgehendes Mauerwerk in vorgetriebenen Seitenstollen hergestellt war. Die Bögen wurden dann später auf Stuhlwände gestellt, welche letztere auf dem vorhandenen Fundamentbankett fest auflagerten.

Da der erste Versuch mit diesen Bögen gelang, so wurden dieselben auch in der weiteren Ausführung noch mehrfach an geeigneten Strecken angewendet. Im Ganzen sind 41 lfd. m Tunnel mit diesen Holzbögen hergestellt worden.

Im Allgemeinen kam die Bauverwaltung sehr bald zu der Ueberzeugung, daß für die schwierigsten Strecken des Remsfelder Tunnels weder die genannten Holzbau-Methoden, noch die Anwendung der gußeisernen Bögen zu empfehlen seien, sondern daß hier der Abbau mit schmiedeeisernen Bögen, wie solche von vornherein für den Bischofferoder Tunnel vorgesehen und angewandt waren, unbedingt vorzuziehen sein dürfte, weshalb denn auch mit der Beschaffung derartiger Bögen für den Remsfelder Tunnel sofort vorgegangen wurde. Der Einbau der neuen Bögen ging gut von Statten, und bewährten sich dieselben, obgleich der Druck vielfach so bedeutend war, daß ein Theil der rechtsseitig auf den Bögen stehenden Rahmeisen aus gebogenen Eisenbahnschienen in der Mitte durchbrach, die unteren Bühnenträger einzelner Bögen an der Verbindungsstelle mit den

Bögen ausgerissen und die daselbst befindlichen Stahlkeile zerbrachen.

Diese schmiedeeisernen Bögen wurden fortan stets zum Abbau der schwierigsten und gefährlichsten Tunnelstrecken verwendet. Leider konnten aber nur 38 lfd. m Tunnel mit denselben hergestellt werden, da bei dem vorgeschrittenen Bau nur ein System von 6 schmiedeeisernen Bögen beschafft worden war.

Beschreibung der zur Anwendung gekommenen Abbausysteme.

a. Der Wandruthenbau mit Centralstreben.

Der Bau mit sogenannten Wandruthen, dessen System auf Blatt 20 unter A Fig. 1 bis 5 dargestellt ist, wurde auf zweierlei Art ausgeführt.

Es wurde entweder mit einem rot. 2,8 m hohen Firststollen vorgegangen, welcher in einzelnen Abbaustücken je bis Bogenort, bis zur Brustschwelle und, nach Aufstellung der Sohlstempel unter den Brustschwellen, bis zu den Seitenstößen der Widerlager strossenförmig ausgearbeitet wurde, so daß sich also 4 Stücke im Ausbruch und etwa 2 Stücke in der Mauerung befanden, oder der Richtstollen, welcher an den Vollausruch anschloß, wurde zunächst zum Einbau des unteren hohen Bockes der Verzimmerung, bestehend aus den 4 Sohlstempeln mit den 2 Unterzügen und der Brustschwelle, nur auf die Länge eines Abbaustückes vorgetrieben, und hiernach erst der Firststollen in Angriff genommen.

Der Firststollen erhielt im letzteren Falle nicht etwa gleich die Höhe von der First bis zur Brustschwelle, sondern es wurde, um mehr Arbeitskräfte beschäftigen zu können, derselbe um 2 bis 3 Gespärre dem bis zur ersten Wandruthen aufgeweiteten Bogenort vorgehalten, während die Vergrößerung des Firststollens bis zur Brustschwelle sofort nach Einbringung der Firstunterzüge erfolgte. Bei dem Arbeitsbetrieb in dieser Weise befanden sich gleichzeitig selten mehr als zwei Abbaulängen im Ausbruch. Die Gespärre der fertigen Zimmerung standen 1,50 m von Mitte zu Mitte auseinander. Gegen die zweiten Brustschwellen waren stets Streben gestellt, um den Brustdruck und etwaigen Schub aufzunehmen, auch waren in je 6 m Entfernung durchgehende Bremsschwellen eingelegt.

Die für die Ausmauerung beschafften Lehrbögen waren aus drei aufeinander gepafsten und mit eisernen Laschen und Schraubenbolzen verbundenen, je 7 cm starken, 40 cm breiten kiefernen Bohlen hergestellt. Die Lehrbögen standen auf eichenen, 20 cm starken Keilen, welche auf den aus verzimmerten Hölzern hergestellten Stuhlwänden lagerten; letztere fanden ihren Stützpunkt auf dem Sockelmauerwerk. Um die Lehrbögen nicht zu stark zu belasten, und sie gleichzeitig untereinander zu halten, wurden dieselben noch durch eine besondere Hilfsverzimmerung unterstützt.

Die Firstunterzüge, Kronenbalken und Kappen hatten 30 bis 40 cm, die Wandruthen und Centralstreben 25 bis 30 cm Stärke. Sohlstempel waren 35 bis 40 cm stark, während die Brustschwellen, etwas kantig beschlagen, aus 50 cm im Durchmesser haltenden tannenen oder eichenen Rundhölzern hergestellt waren. Die beiden Schwellenanstöße hatten gewöhnlich etwas geringere Stärke wie die Brustschwelle und waren durch Schraubenbolzen und starke eiserne Schraubenbänder mit diesen verbunden.

Die Grundswellen bestanden, wo solche angewendet wurden, aus kantig beschlagenen 30/35 cm starken Hölzern.

Die Verschalung des Gebirges fand im Bogen, meist mit 5 cm starken Bohlen mit Waldkante statt, welche, je nachdem das Gebirge fester oder bröckeliger war, eng zusammen oder mit Zwischenräumen verlegt wurden. Für die Seitenstöße wurden meist nur 5 cm starke Schwarten verwendet.

In so wechselndem Gebirge wie dem des Remsfelder Tunnels, bei dessen Durchführung stets plötzlicher Schub oder bedeutender Druck, oder gar beides vereint, und starker Wasserzudrang erwartet werden mußte, eignete sich die Anwendung des Wandruthenbaues nur in beschränktem Maße. Der Wandruthenbau ist weniger in sich geschlossen und verbunden, und bietet deshalb geringere Widerstandsfähigkeit gegen plötzlich auftretenden einseitigen Druck oder Schub, wie der Sparrenbau; derselbe kann deshalb in weichem nassen Gebirge nur mit großer Vorsicht zur Anwendung kommen.

Die Vorzüge des Wandruthenbaues bestehen hauptsächlich in der Möglichkeit eines raschen und leichten Abbaues, sowie in einer gewissen Einfachheit des Systems. Tritt Druck ein, so gehen die Vortheile verloren, vor allem leiden dann die Wandruthen sehr erheblich, und der Verschleiß an großen Rundhölzern wird ein äußerst starker.

Im Ganzen wurden 271 m Tunnel mit diesem System abgebaut.

β. Der Sparrenbau, österreichische Methode.

Die Construction des Systems ist auf Blatt 20 unter B Fig. 1 bis 4 dargestellt. Der Abbau erfolgte zuerst in 4,5 m, dann nur in 3,0 m, vereinzelt sogar in 2,6 m langen Abbaustücken. Die Gespärre standen 1,5 m bzw. 1,3 m von Mitte zu Mitte auseinander.

Es wurde niemals ein neues Abbaustück — mit Ausnahme des Vortriebes des unteren Bockes — früher in Angriff genommen, ehe nicht der Ausbruch des vorliegenden Stückes mindestens nahezu beendet war, und die Mauerung in dem diesem vorliegenden Stück, wenn nicht bereits geschlossen, so doch im Stadium des Schließens sich befand.

Der Abbau geschah in der Weise, daß zunächst der erhöhte Stollen auf Abbaulänge vorgetrieben und der untere hohe Bock, bestehend aus Grundschwelle, Sohlstempel und Brustschwelle, eingebaut wurde. Hierauf wurde der Firststollen zunächst in niederer, dann hinterher in ganzer Höhe ausgebrochen und definitiv verzimmert. Nachdem der ganze hohe Bock in dieser Weise auf eine Abbaulänge hergestellt war, wurden die Sparren und hiernach die Sparrenfüße eingebaut, worauf alsdann der Ausbruch der Seitenstöße, deren Verzimierung und der Aushub der Fundamentgruben erfolgte. Die Aufstellung der Schablonen und Lehrbögen für die Mauerung fand in derselben Weise wie bei dem Wandruthenbau statt.

Das Sohlengewölbe wurde stets erst nach vollendeter Mauerung eingespannt.

Die Verzimierungshölzer hatten dieselben Dimensionen wie bei dem Wandruthenbau; die Sparren waren in der Regel nicht unter 30 cm stark. Der Abbau unter Anwendung des Sparrenbausystems in der vorstehend geschilderten Weise hat sich vorzüglich bewährt; es gehören jedoch tüchtige Zimmerhauer dazu, um eine gute und genaue Sparren-

bauzimmerung ohne zu großen Zeitaufwand herzustellen. Andernfalls würde in druckhaftem bröckeligen Gebirge niemals ein gleichmäßiger Arbeitsfortschritt zu erzielen sein. Der Arbeitsfortschritt betrug überhaupt an einer Arbeitsstelle selten mehr als 6 lfd. m pro Monat, während im Wandruthenbau bis zu 9 m pro Monat erreicht worden sind.

In dem vorbeschriebenen Systeme des Sparrenbaues sind 260 lfd. m Tunnel ausgeführt worden.

γ. Der Holzbogenbau.

Die Construction dieses Systems geht aus den auf Blatt 21 gegebenen Darstellungen hervor. Der Bogen, mit dem um die Stärke der Schallatten (10 cm) geringeren Radius des Tunnelgewölbes construiert, war aus 7 Stück 35/40 resp. 40/40 cm starken beschlagenen eichenen Hölzern zusammengesetzt. Die fünf mittleren Bogenhölzer hatten 1,4 m Länge, die beiden anderen 1,1 m. Dieselben waren an den Enden nach dem Radius abgeschnitten und stumpf gegen einander gestoßen; durch den Stoß ging der 12 cm breite Zapfen der mit den Bögen gleich starken und in die Brustschwelle eingesetzten Streben aus kantig beschlagenen kiefernen Hölzern. Um ein Aufspalten der Bögen am Zapfeneinschlitz zu verhüten, waren eiserne, mit Schraubenbolzen verbundene Laschen aufgelegt worden. Die Bögen wie die Streben saßen auf einer aus 2 Stücken bestehenden, in der Mitte gestoßenen eichenen Schwelle von 35/40 cm Stärke auf. Der Stoß der Schwelle wurde durch übergelegte Bohlenstücke und darüber fest verspannte starke eiserne Schraubenbänder befestigt.

Außerdem war noch der Bogen durch beiderseitige 30 cm breite, 10 cm starke, im Scheitel zusammenstoßende Zangen verstärkt, welche letztere sowohl mit der Brustschwelle als auch mit den sämtlichen Streben fest verbolzt waren.

Dieser so construierte Bogen saß zunächst mittelst eichener Keile auf den, auf den Fundamentabsätzen aufgestellten stark verzimmerten Stuhlwänden, und wurde ferner durch die auf einer Grundschwelle oder auf untergelegten Quadersteinen stehenden 4 Sohlstempel mit Unterzügen unterstützt.

Der Längenverband zwischen den 1,40 m von Mitte zu Mitte auseinanderstehenden Bögen wurde zunächst durch je 4 an den Bögen befestigten Schienen hergestellt.

Diese Schienenenden waren je 1,4 m lang, auf dem Fuß derselben, 17,5 cm vom Ende, waren starke Winkelaschen aufgenietet, durch welche die Schienen mittelst eiserner Schraubenbolzen an den Bögen befestigt wurden.

Außerdem wurden rechts und links unter dem Fuß der zweiten Streben, sobald 3 Bögen aufgestellt waren, durchgehende, direct auf der Tunnelsohle abgestützte Unterzüge eingebracht. Ferner waren Bögen, Streben und Brustschwellen, wie aus der Zeichnung ersichtlich, gehörig untereinander verbolzt. An jedem sechsten Bogen war eine in das Mauerwerk eingemauerte durchgehende Bremsschwelle angeordnet, außerdem wurden auch noch an jeder dritten Brustschwelle Schubstreben angebracht.

Statt der Rahmeneisen aus gebogenen Schienen, wie solche beim Eisenbau angewendet werden, wurden hier zur Abstützung der Verschalung resp. des Gebirges 1 m lange, 25 bis 30 cm starke, auf den Bögen aufgesetzte Holzbolzen verwendet. Die Absteifung der Brust erfolgte ebenfalls mit Holzbolzen.

Der Bauvorgang bei diesem System war folgender:

Es wurden zunächst zwei Seitenstollen vorgetrieben, und in diesen die Fundamente und ein Theil der Widerlager hergestellt. Gleichzeitig begann der Vortrieb in der Brust mit einem kleinen, 1,6 m langen Firststollen. Sobald hierauf der Ausbruch bis Schwellenhöhe erfolgt ist, wird der Bogen auf der inzwischen aufgerichteten Stuhlwand aufgestellt, und die Abstützung der Verschalung auf den Bögen mittelst Holzbolzen vorgenommen. Diese Holzbolzen werden auch noch nach Bedürfnis untereinander in der Tunnelrichtung verbolzt, um ein Ausweichen derselben zu verhindern.

Nachdem drei Gespärre in dieser Weise aufgestellt und der stehen gebliebene untere Theil des Gebirges entfernt ist, werden die noch fehlenden Schubstreben und Unterzüge angebracht, worauf dann die Fortsetzung der Mauerung folgt. Für letztere dienen die Bögen als Lehrbögen, und die das Gebirge auf den Bögen abstützenden Bolzen werden mit dem Fortschreiten der Mauerung entfernt.

Wie bereits oben angegeben, sind mit diesem Holzbogenbau 41 lfde. m Tunnel hergestellt, und ging der Abbau mit demselben verhältnismäßig leicht von Statten, so daß auch die Kosten pro cbm Ausbruchsmasse sich etwas billiger als beim Sparrenbau stellten.

Das System ist jedenfalls noch sehr verbesserungsfähig, namentlich die Methode der Absteifung des Gebirges auf den Bögen und die Unterstützung der Langpfähle der Verschalung. In festerem Gebirge, bei dem ein Einsinken der Verzimderung und Bogenunterstützung in der Sohle nicht zu befürchten ist, läßt sich voraussichtlich das mit vielen Mißständen verknüpfte Vortreiben des Fundament- und Widerlag-Mauerwerks im Stollen vermeiden.

Im Holzbau sind mit den vorstehend beschriebenen drei Bolzungsmethoden 572 lfde. m Tunnel mit rot. 36036 cbm Ausbruchsmassen hergestellt. Der Verbrauch an Rundholz betrug für diesen Vollausschub 3913 cbm oder etwa 10,86 % der Ausbruchsmassen, während im Kostenanschlage nur 7 % vorgesehen waren. An 5 cm starken Bohlen und Schwarten sind rot. 39800 qm oder 69,5 qm pro lfde. Meter Tunnel verbraucht. Es muß jedoch bei den erwähnten Procentsätzen noch berücksichtigt werden, daß von den qu. 572 m Tunnel rot. 92 m im Felsen ausgeführt worden sind, wobei der Holzverbrauch ein verhältnismäßig geringer war.

δ. Der Eisenbau mit gußeisernen Bögen nach dem System Ržiha.

Schon im Jahre 1868 hatte der damalige Oberingenieur der Braunschweigischen Eisenbahnen Herr Ržiha für den Bau des Tunnels bei Ippensen und Naensen versuchsweise gußeiserne Bögen nach eigener Construction zur Anwendung gebracht. Dieselben wurden später von dem Preussischen Staate für die Elm-Gemündener Bahn angekauft, und hier bei dem Bau des Sterbförter Tunnels benutzt. Der den Bau der Elm-Gemündener Bahn leitende Oberingenieur, Herr Regierungs- und Baurath Behrend, hat später dieselben Bögen beim Bau des Cornberger Tunnels im Zuge der Bebra-Friedländer Bahn anwenden lassen, von wo aus dieselben dann von der Bauverwaltung für den Remsfelder Tunnel übernommen wurden.

Die Construction der Bögen und Art der Verwendung derselben ist auf Blatt 21 dargestellt.

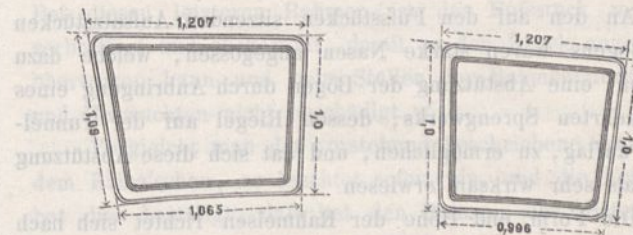
Jeder Bogen besteht aus 13 Rahm- oder Felgenstücken und zwar aus je zwei Fußstücken, Aufsatzstücken, Unterbühnenstützenstücken, Zwischenstücken, Oberbühnenstützenstücken, Hängeschienenstücken und aus einem Schlußstück. Die einzelnen Stücke sind auf Blatt A skizzirt. Der Fuß des Bogens ist durch eine 4,5 cm starke und 57,5 cm im Quadrat große Platte gebildet.

Die Fußstücke und die Aufsatzstücke haben eine innere Länge von resp. 1,050 m und 1,220 m, die übrigen Stücke eine solche von 1,210 m. Der Bogen hat eine Breite von 43 cm und I-förmigen Querschnitt. Die einzelnen Rahmstücke werden mit 4 Schrauben aufeinander geschraubt.

An den Ober- und Unterbühnenstützenstücken sind besondere Ansätze, resp. an den letzteren Muffen zur Aufnahme der aus Eisenbahnschienen hergestellten Bühnenstützen angegossen.

Die Hängeschienen bestanden aus oben und unten umgebogenen Bahnschienen, welche in die neben dem Schlußstücke befindlichen Bogenstücke eingehängt wurden, und haben dieselben den Zweck, die Bühnenstützen mit zu unterstützen.

Zur Unterstützung des Gebirges selbst, resp. zur Uebertragung des Gebirgsdruckes auf die gußeisernen Bögen, wurden auf letztere sogenannte Rahmeisen aufgesetzt, welche aus alten mit dem Kopf nach innen gebogenen Eisenbahnschienen nach nebenstehender Skizze hergestellt waren und



auf dem Bogen durch Hakenschrauben festgehalten wurden. Außerdem waren diese Rahmeisen noch durch Schraubenschnüre, sogenannte Schellen, untereinander verbunden. Der Längenverband der einzelnen Bögen wurde durch an dieselben angeschraubte 10 Eisenbahnschienenstücke hergestellt, welche die Entfernung zweier Bögen von Mitte zu Mitte, 1,15 m, zur Länge hatten. Ein Versuch, die Bögen weiter, etwa bis auf 1,6 m, auseinander zu stellen, mißlang, da die Belastung zu groß war.

Der Abbau des Gebirges mit diesem System erfolgte in Scheiben senkrecht zur Bahnaxe.

Da die Fundamentsohle meistens sehr weich, und eine Senkung der nicht bis zur Fundamentsohle reichenden Bögen zu befürchten war, wenn der Fundamentaushub erst nach Aufstellung der dann im Druck stehenden Bögen bewirkt würde, so wurden zunächst auf Längen von rot. 3 m Seitenstollen vorgetrieben und in diesen das Fundamentmauerwerk hergestellt. Erst hierauf fand die Aufstellung des ersten Bogens statt, unter dessen Fuß zur Lösung so wie zur gleichmäßigen Lagerung und Vertheilung des Druckes Lagen von Sand und Bohlenstücken untergebracht wurden.

Der Vortrieb in der Brust fand nach Herstellung eines kleinen, 1,15 m langen Firststollens nun stückweise, in der First anfangend, statt, und wurde das neue Stück der Brust, nachdem es verschalt war, stets mittelst eiserner Brustbolzen gegen die wider den zuletzt aufgestellten Bogen

liegenden Brustschienen abgebolzt. Die Brustbolzen sind aus Schmiedeeisen, 6 cm stark und bestehen aus zwei Theilen, welche durch eine darüber geschobene Muffe mit Contregewinde, behufs Anziehung der Bolzen, verbunden sind. Der Theil des Brustbolzens, welcher gegen die Brust gesetzt wird, ist mit einem besonderen gufseisernen Fuß, das andere Ende, welches sich gegen die Brustschienen stützt, mit einer die letzteren umklammernden Gabel versehen.

Die Brustschiene besteht aus zwei, mit dem Fuß gegeneinander genieteten ungleich langen Schienenenden, welche gegen die Rahmstücke des Bogens und die Bühnenträger gelegt sind. Es wurden nur 6 Brustschienen angewendet, welche etwa in 1,20 m Entfernung von einander lagen. Die Brust unterhalb der unteren Bühnenträger brauchte selten verschalt und abgesteift zu werden; war dies jedoch erforderlich, so erfolgte die Absteifung direct gegen die Tunnelsohle.

Da durch die Brustschienen stets ein Theil des Brustdruckes auf die Bühnenträger übertragen wurde, und diese deshalb sich leicht in der Horizontalen bogen, so wurden Holzbolzen zwischen denselben angebracht und der Bühnenträger des hintersten Bogens durch auf der Tunnelsohle stehende Schubstreben gegen Ausbiegung gesichert. Diese zwischen den Bühnenträgern angebrachten Holzbolzen wirkten auch einer Dehnung der Bögen um die verticale Axe entgegen.

An den auf den Fußstücken sitzenden Aufsatzstücken des Bogens waren starke Nasen angegossen, welche dazu dienten, eine Abstützung der Bögen durch Anbringung eines umgekehrten Sprengwerks, dessen Riegel auf der Tunnelsohle auflag, zu ermöglichen, und hat sich diese Abstützung stets als sehr wirksam erwiesen.

Die Form und Höhe der Rahmeisen richtet sich nach den Dimensionen des auszuführenden Mauerwerks. Die Rahmeisen wurden mit fortschreitendem Mauerwerk herausgenommen, worauf dann der Bogen selbst als Lehrbogen für das Mauerwerk diente.

Der Abbau an einer Arbeitsstelle erfolgte mit 7 Bögen, und wurde, sobald der Ausbruch für 3 Bögen hergestellt war, mit der Aufführung des Mauerwerks begonnen. Da 21 Bögen vorhanden waren, wurde in 3 Aufbrüchen mit diesem System gearbeitet und in jedem ein durchschnittlicher Fortschritt von 7 bis 8 m pro Monat erzielt.

Das Gewicht der einzelnen Rahmenstücke beträgt zwischen 375 bis 450 kg. Das Aufstellen und Abbrechen der Bögen bereitete eingeschulten Arbeitern keinerlei Schwierigkeiten. Das Lösen der Bögen findet durch Wegnahme der unter dem Bogenfuß angebrachten Sandschüttungen statt.

Die Ausführung mit diesem System war an sich sehr einfach und leicht, sie stellt sich von allen Abbaumethoden am billigsten, so lange weitere Hilfsconstructions nicht erforderlich werden. Sobald aber, wie bereits oben erwähnt, bei stärkerem und namentlich seitlichem Gebirgsdrucke einzelne gufseiserne Stücke zu Bruche gehen und dann starke hölzerne Hilfsconstructions eingebaut werden müssen, wird dieses System zum theuersten.

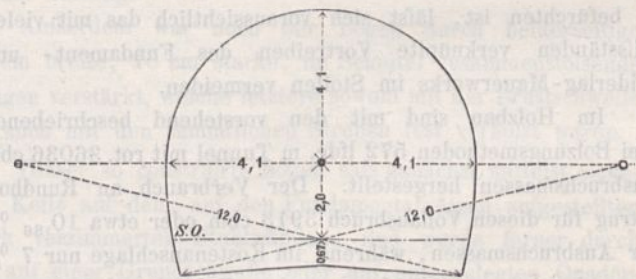
Mit Rziha'schen Bögen wurden 290 lfd. m Tunnel hergestellt.

ε. Eisenbau mit schmiedeeisernen Bögen nach dem System Rziha.

Es ist wohl überall, wo Rziha'sche Bögen zur Anwendung gekommen sind, anerkannt worden, daß dieselben außerordentlich sinnreich und zweckmäßig construiert sind, daß sie aber bezüglich des zu demselben verwendeten Materials nicht für alle Verhältnisse genügen können. Gußeisen ist zu starr, zu wenig elastisch, besitzt überhaupt eine verhältnißmäßig zu geringe absolute und noch weniger relative Festigkeit, um stärkerem, besonders seitlich auftretendem Gebirgsdrucke genügenden Widerstand leisten zu können.

Diese letztere Erwägung führte denn auch den Verfasser schon im Jahre 1874 bald nach Uebernahme der technischen Oberleitung für die Baustrecke Nordhausen-Wetzlar, auf welcher die Ausführung von 8 Tunnels mit einer Gesamtlänge von rot. 6000 m projectirt war, auf die Idee, bei dieser Ausführung den Versuch mit ähnlich construirten Bögen aus Schmiede- resp. Walzeisen zu machen, da ja unbestreitbar bei Anwendung dieses Materials, außer dem Vorzug der wünschenswerthen größeren Elasticität, auch eine größere Leichtigkeit und vor allem eine zweckentsprechendere solidere Verbindung in den Stößen der einzelnen Rahmstücke erreicht werden kann.

Ich will bei dieser Gelegenheit nicht unterlassen, noch besonders hervorzuheben, daß bei der Ausarbeitung des Projectes für diese schmiedeeisernen Bögen Herr Oberingenieur Rziha durch persönliche Rathschläge in liebenswürdigster Weise mitgewirkt hat.



Das für das Project maafsgebende Tunnelprofil ist, wie vorstehend gezeichnet, von den bei Ausführung der Eisenbahn Berlin-Coblenz-Sierk beteiligten Eisenbahn-Verwaltungen gemeinschaftlich festgestellt worden. Die Mittelcurve eines auf diesem Profil construirten Steinbogens entspricht ungefähr der Drucklinie für eine horizontal abgegliche senkrechte Belastung von 10 m im Scheitel, und gleichzeitigem seitlichen horizontalen Erddruck von $\frac{3}{4}$ der betreffenden senkrechten Belastung.

Die schmiedeeisernen Rahmen lassen unter diesem Profil 0,08 m für Schalung frei, sind gleichmäßig 50 cm hoch, und sollten im Allgemeinen in Entfernungen von 1,5 m von Mitte zu Mitte aufgestellt werden.

Die Construction des Systems ist auf Blatt 22*) dargestellt. Der Querschnitt der Bögen ist, wie beistehend skizziert, I-förmig, bestehend aus einer 15 mm starken Blech-

*) Nach der hier dargestellten verbesserten Construction sind nur die 6 Bögen für den Remsfelder Tunnel angefertigt. Da aber die Construction sich im Princip an das ursprünglich aufgestellte hier beschriebene Project, nach welchem die ersten Rahmen für den Bischofferoder Tunnel hergestellt sind, vollständig anlehnt, ist von einer besonderen Darstellung der Construction nach dem ursprünglichen Project Abstand genommen.

platte und je zwei ungleichschenkligen Winkeleisen von $80 \cdot 150 \cdot 10$ mm. Er bietet somit bei großer Einfachheit die genügende Sicherheit gegen Knicken, sowie die Möglichkeit einer bequemen und festen Laschenverbindung der einzelnen Rahmenstücke.

Bei der Eintheilung des Rahmens in einzelne Theile kam wesentlich in Betracht, daß einerseits, — mit Rücksicht darauf, daß die Aufstellung der Rahmen nicht durch Menschenkraft allein, sondern mit Hilfe von Flaschenzügen erfolgt, — die Gewichtsbesimmung der einzelnen Stücke nicht zu ängstlich auf ein Minimum beschränkt zu werden braucht, andererseits aber, daß je weniger Theile vorhanden sind, um so weniger Arbeit beim Zusammensetzen und Auseinandernehmen erforderlich, und die Anzahl der einzelnen losen Theile und der unsicheren Stellen im Rahmen vermindert wird.

Hiernach wurden für den Rahmen ohne Sohlbogen 2 Firststücke und 5 gleich große Felgenstücke projectirt, während für den Rahmen mit Sohlbogen an Stelle der 2 Firststücke 4 Felgenstücke des Sohlbogens treten.

Die Verbindung der Stöße erfolgt durch 2 Laschen, welche die beiden Rahmentheile zwischen sich fassen und mit diesen so wie unter sich durch 2 mal 6 Stück 4 cm starke Schraubenbolzen verbunden sind. Jede Lasche besteht, wie aus dem auf Blatt 22 dargestellten Querschnitt ersichtlich, aus einer 48 cm breiten, 1 cm starken Blechplatte und 2 Winkeleisen von $8 \cdot 15 \cdot 1$ cm, welche letzteren, um die Anzahl der Verbindungsstücke zu verringern, mit den Blechplatten durch Heftniete verbunden sind.

Sogenannte Bühnenträger sind in derselben Weise wie beim Rziha'schen gusseisernen Rahmen in zwei, resp. bei Sohlgewölbe in drei Höhen angeordnet. Sie bestehen jedoch nicht wie dort aus alten Eisenbahnschienen, sondern sind nach beistehendem Querschnitt geformt und durch eine Keilverbindung zu befestigen. Dieselben dienen als Arbeitsbühnen und zur Justirung der Stellung des Bogens beim Einbauen, sind auch außerdem im Stande, einen größeren aufsergewöhnlichen Horizontalschub aufzunehmen. Diese Bühnenträger werden durch Hängestangen von nebenstehendem Querschnitt zweimal unterstützt.

Die Verbindung mit den Rahmen besteht aus Keil und Einlegekeil. Der Steg der Bühnenträger ist an den Keilöchern durch aufgenietete, 1 cm starke Platten auf $4,6$ cm verstärkt.

Je 2 Rahmen sind unter sich 7 mal durch schwache Blechträger verbunden. Die Befestigungsstellen dieses Längenverbandes sind bei je zwei benachbarten Feldern um etwas versetzt, wie es der nacheinander erfolgende Aufbau der Rahmen nöthig macht. Der Längenverband erleichtert den Aufbau der Rahmen, da man die einzelnen Theile nach rückwärts festlegen kann, und dient nebenher zur Aussteifung des Rahmenquerschnitts. Die Befestigung an den Rahmen wird durch 2 Stück 4 cm starke Schraubenbolzen bewirkt.

Die Bühnenträger werden zunächst durch alte, je nach dem Bedürfnis aufgelegte Eisenbahnschienen ausgesteift, welche mittelst angenieteter Winkeleisen die Bühnenträger einschließen und hier angekeilt werden. Dies reicht jedoch als Gegenhalt für die Verbolzung des Ortes vielfach nicht aus, und ist in diesem Falle eine diagonale Horizontalversteifung in der Ebene der mittleren Bühnenträger, wie dies aus der im Grundrifs dargestellten Skizze auf Blatt 18 ersichtlich, anzuordnen.

An die Stege der Bühnenträger sind zu diesem Zweck Winkel genietet, und legen sich gegen diese und den Winkel der Rahmen stumpf hölzerne oder eiserne Spreizen, welche den Ort gegen den Rahmen abfangen. Die Verbolzung des Ortes geschieht wie früher durch Brustschienen und Brustbolzen.

Als Auswechselrahmen sind die aus alten Eisenbahnschienen hergestellten Rziha'schen Rahmen beibehalten und werden hier wie dort mit Hakenschrauben und Schellen befestigt.

Der Querschnitt des Sohlbogens ist 30 cm hoch,*) sonst wie der Querschnitt des übrigen Rahmens gebildet, gestoßen und der Länge nach versteift.

Die Ausrüstung eines Rahmens mit Sohlbogen ist durch eiserne Keile ermöglicht, welche unter den Sohlbogen auf gusseisernen Unterlagen liegen; die der Rahmen ohne Sohlbogen wird dadurch erreicht, daß man unter den der Justirung wegen untergelegten Holzkeilen den Boden beseitigt. Bei diesen letzteren Rahmen ist das Fußstück möglichst verbreitert und ausgesteift, damit es den Druck angemessen übertragen kann und beim Stellen der Rahmen durch Hin- und Herwuchten nicht beschädigt wird.

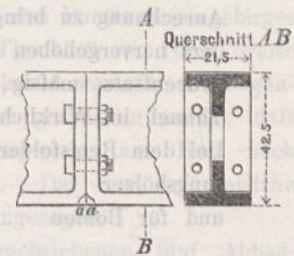
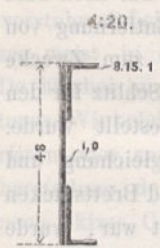
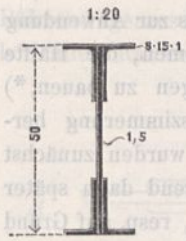
Vergleicht man das vorstehend beschriebene System mit dem Rziha'schen, so leuchtet sofort ein, und die Erfahrung hat dies bestätigt, daß bei den Rahmen des letzteren die Stofsverbindung die schwächste Stelle bildet.

Nach der nebenstehend dargestellten Stofsverbindung werden die gusseisernen Rahmstücke stumpf aufeinander gefügt, und durch vier schmiedeeiserne Bolzen verbunden. Letztere, welche in der ersten Zeit nur eine Stärke von etwa $2,5$ cm hatten, rissen bei jeder größeren schiefen Belastung, und wurden deshalb sehr bald durch stärkere Bolzen von $3,6$ cm Durchmesser ersetzt; aber auch diese genügten nicht unter allen Umständen einer sehr starken schiefen Beanspruchung. In solchen Fällen hielten zwar in der Regel die Rahmstücke an und für sich, doch wurden jedes Mal die Ecken bei *aa* in mehr oder weniger großem Umfange abgedrückt.

Auch ergab ferner die bei der Projectirung der schmiedeeisernen Rahmen aufgestellte theoretische Vergleichberechnung, daß das Bruchwiderstandsmoment des schmiedeeisernen Rahmens über $2\frac{1}{2}$ mal größer, als das des gusseisernen Rahmens ist.

Auch das Gewicht und bei schwierigem Gebirge sogar der Kostenpunkt fällt zu Gunsten des schmiedeeisernen gegen-

*) Nach dem ursprünglichen Project. Die wirklich zur Ausführung gekommenen und auf Blatt 22 dargestellten Sohlbögen für den Remsfelder Tunnel haben jedoch vorsorglich eine Höhe von 40 cm erhalten.



über dem gußeisernen Rahmen aus. Während der schmiedeeiserne Rahmen excl. Längenverband, Bühnenträger und deren Hängestangen sowie excl. Längenverband der Bühnenträger ein Gewicht von rot. 3139 kg hat, wiegt der gußeiserne Rahmen 4875 kg. *)

Ebenso fällt auch ein Vergleich mit den Holzbau-Systemen hinsichtlich des Kostenpunktes zu Gunsten des Baues mit schmiedeeisernen Tunnelrahmen aus.

Legt man einer solchen Vergleichung beispielsweise den Bischofferoder Tunnel zu Grunde, für welchen zunächst das Project der schmiedeeisernen Bögen bearbeitet wurde, so ergeben sich nachfolgende gegenüberzustellende Kostenbeträge:

1. für den Ausbau mit schmiedeeisernen Bögen unter der zutreffenden Annahme, daß der gleichzeitige Betrieb von 6 Arbeitsstellen ausreichend sei und für jede Arbeitsstelle 8 Rahmen erforderlich sind:

- a) 75000 \mathcal{M} für $6 \cdot 8 = 48$ Stück reine glatte Rahmen (sehr reichlich gerechnet),
 - b) 11300 - für 113000 kg alte Eisenbahnschienen à 100 \mathcal{M} pro 1000 kg,
 - c) 9700 - für Reserve und zur Abrundung,
 - d) 112500 - für 37500 qm Bohlen zur Verpfählung à 3 \mathcal{M} (Es sind pro lfd. m Tunnel 25 qm Bohlen gerechnet, was in nicht zu druckhaftem Gebirge vollständig ausreicht),
 - e) 11500 - für Ortverkleidung und Verschnitt,
- 230000 \mathcal{M} in Summa.

2. für den Ausbau in Holz:

Erfahrungsmäßig kann man bei nicht zu schwierigem Gebirge den Holzverbrauch incl. Bohlen auf 7,5 bis 8 % der Ausbruchsmasse rechnen. Bei einer Ausbruchsmasse von 56 bis 60 cbm sind demnach durchschnittlich 4,5 cbm Holz per lfdn. Meter Tunnel in Anrechnung zu bringen. Es muß hierbei noch besonders hervorgehoben werden, daß der oben angegebene Procentsatz mäßig, und selbst beim Bischofferoder Tunnel in Wirklichkeit etwas höher gekommen ist. Bei dem Remsfelder Tunnel sind sogar für Auszimmerungshölzer 10,86 % und für Bohlen 5,50 % in Summa 16,36 %

verbraucht worden. 1500 lfd. m à 4,5 cbm = 6750 cbm à 40 \mathcal{M} = 270000 \mathcal{M} in Summa.

Es ergibt sich also eine Differenz von 40000 \mathcal{M} zu Gunsten der schmiedeeisernen Bögen. Der finanzielle Vortheil ist aber in Wirklichkeit viel erheblicher, da der den Tunnelrahmen und den Schienen verbleibende nicht unerhebliche Materialwerth mit in Anrechnung zu bringen ist, während andererseits gebrauchtes Tunnelholz kaum als Brennholz zu verwerthen ist.

*) Die bei Berlin-Coblenz angewandten gußeisernen Bögen waren sogar auch bedeutend theurer als die schmiedeeisernen. Während erstere 1950 \mathcal{M} pro Stück gekostet hatten, wurden letztere zum Einheitspreise von rot. 1030 \mathcal{M} beschafft. Es kommt hierbei aber in Betracht, daß die gußeisernen Bögen, als etwas Neues und mit Modellkosten, an sich schon theurer waren und überdies bei ungleich höheren Eisenpreisen beschafft worden sind, während die schmiedeeisernen Bögen im Juni 1875, nach Rückgang der Industrie, zu dem sehr billigen Einheitspreise von 328 \mathcal{M} pro 1000 kg franco Baustelle in Bestellung gegeben werden konnten.

Wie schon erwähnt, sollten die schmiedeeisernen Bögen zunächst beim Bau des Bischofferoder Tunnels zur Anwendung kommen. Es war hier in Aussicht genommen, die Hälfte des Tunnels, also 750 m, mit diesen Bögen zu bauen, *) während die andere Hälfte mittelst Holzauszimierung hergestellt werden sollte. Zu diesem Behufe wurden zunächst 24 Stück complete Rahmen beschafft, während dann später noch 8 Stück Rahmen mit etwas veränderter, resp. auf Grund der inzwischen gemachten Erfahrungen verbesserter Construction nachbestellt worden sind. Auf die verschiedenen Verbesserungen wird später zurückgekommen werden.

Nachdem sich durch die bei der Ausführung des Bischofferoder Tunnels gemachten Beobachtungen und Erfahrungen bestätigt hatte, daß die Anwendung dieser schmiedeeisernen Bögen für sehr druckhaftes Gebirge sich ganz besonders empfehle, wurde in letzter Stunde (d. h. als die Bauausführung schon sehr weit vorgeschritten war) auch noch für den Remsfelder Tunnel ein System von 6 Bögen mit Sohlbogen beschafft.

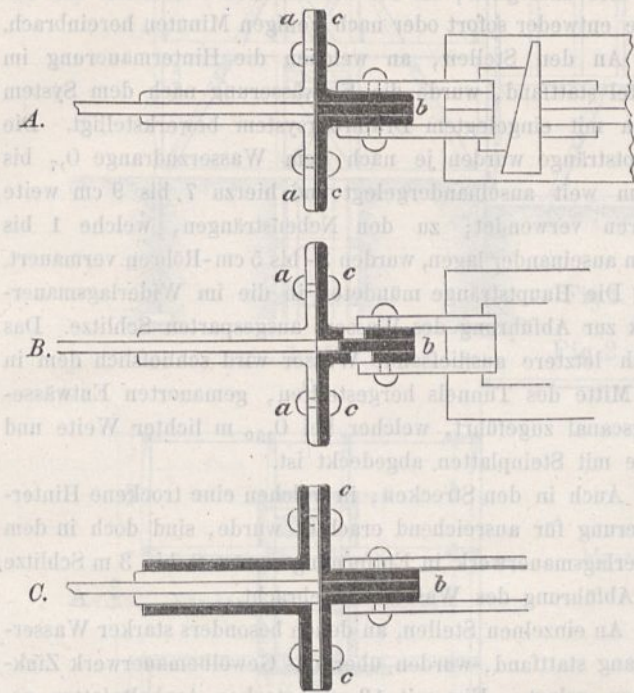
Mit diesen Bögen, welche nach verbesserter Construction (auf Blatt 22 dargestellt) angefertigt wurden, sind noch 38 lfd. m Tunnel an den schwierigsten und gefährlichsten Stellen hergestellt worden. Die Construction dieser Bögen und der einzelnen Theile hat sich bei der Ausführung vorzüglich bewährt. Bezüglich der letzteren mag nur noch kurz erwähnt werden, daß die Bögen in 1,3 m Entfernung von Mitte zu Mitte aufgestellt wurden, und daß zum Zwecke dieser Aufstellung zunächst ein 50 cm breiter Schlitz für den Sohlbogen quer durch die Tunnelsohle hergestellt wurde. Nachdem der Boden dieses Schlitzes zur Ausgleichung und besseren Uebertragung des Druckes mit Sand und Brettstücken nach der Krümmung des Sohlbogens geebnet war, wurde letzterer eingesetzt, worauf alsdann gleichmäßig die Aufstellung der übrigen Bogenstücke erfolgte.

Der Abbau mit diesem System wurde in derselben Weise wie bei der Anwendung gußeiserner Bögen bewerkstelligt.

Von besonderem Interesse dürfte noch eine Erwähnung derjenigen Verbesserungen sein, welche sich während der Ausführung als wünschenswerth herausgestellt haben. Zu diesen Verbesserungen gehört in erster Reihe die Verminderung der Zahl der Stöße. Während nach dem ursprünglichen Project (es kommen jedoch hier nur Tunnelbögen ohne Sohlbogen in Betracht) die Theilungen nach Skizze A (Fig. 6 auf Bl. A) so angeordnet war, daß zwei kurze Fußstücke und 5 Bogentheile von ungefähr gleicher Länge entstanden, und demnach 6 Stöße zu verlaschen waren, sind für die 8 Stück für den Bischofferoder Tunnel nachbeschafften Tunnelbögen nach Skizze B (Fig. 7 auf Bl. A), zwei längere Fußstücke und nur drei Bogentheile von wenig größerem Gewicht als die nach Skizze A angeordnet. Es wurden hierdurch zwei Laschenconstructions und bei der Aufstellung Zeit gespart. Die Fußstücke sind trotz der größeren Länge noch leicht handtirbar, vor allem gewährt aber diese Anordnung noch den ganz besonderen Vortheil, daß durch Einziehung des ersten Bühnenträgers von vorn herein eine gewisse Stabilität der unteren Rahmtheile erreicht wird.

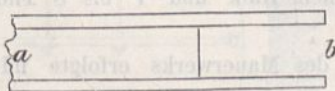
*) In Wirklichkeit sind 818 lfd. m Tunnel mit diesen Bögen gebaut worden.

Ferner hat sich die ursprüngliche Construction der Bühnenträgeranschlüsse nicht bewährt, indem dieselben fast bei allen Rahmen nach und nach zerstört wurden. Diese

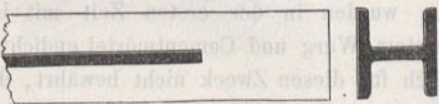


vorstehend bei A im Grundrisse dargestellten Anschlüsse rissen meist in der in Skizze B veranschaulichten Weise ab. Da hierbei auch häufig die abstehenden Schenkel *a* der Gurtungs-Winkeleisen der Rahmen beschädigt wurden, d. h. einrissen oder auch ganz abbrachen, so wurden bei der Wiederherstellung der Rahmen noch besondere Verstärkungswinkel nach Skizze C angebracht.

Da aber auch hierbei ein Abreißen der Construction in der in B dargestellten Weise nicht ausgeschlossen war, wurde bei den späteren, für den Remsfelder Tunnel beschafften Tunnelbögen diese Befestigung nach der auf Blatt 22 dargestellten Construction bewirkt, welche sich gut bewährt hat. Nach dieser Construction ist zu jeder Seite der Tunnelrahmenbleche, und zwar zwischen diesen und den inneren Gurtungs-Winkeleisen, noch je ein 15 mm starkes Eisenblech zwischengelegt, welches gleich wie das Futterstück *b* und die beiden Winkelaschen *cc* (conf. Skizzen A, B und C) über die Keilverbindung hinausgeht, und von dem H-förmigen Bühnenträger, dessen Steg zu diesem Behufe in entsprechen-



Schnitt a b



der Länge nach nebenstehender Skizze ausgeschnitten ist, scheerenartig umfaßt wird. Die beiden scheerenartigen Lappen des Bühnenträgers sind durch angenietete Eisenbleche verstärkt worden.

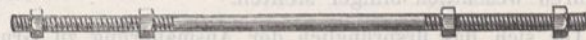
Die Bühnenträger selbst haben sich gut gehalten, auch scheint in der Wahl ihrer Stärke das richtige Maafs getroffen zu sein. Die Vernietung derselben aus zwei I-Eisen,

wie ursprünglich construirt, ist nicht nothwendig, und dafür ein I-Eisen zulässig.

Die Hängeeisen, welche nach der ursprünglichen Construction aus schwachen T-Eisen, wie nebenstehend skizzirt, ausgeführt waren, wurden bei der neueren Construction aus einem schwereren Profil hergestellt und in dem oberen Theile mit einem Charnier versehen, um das Einhängen zu erleichtern.

An denjenigen Stellen, an denen sehr viel geschossen werden mußte, leisteten auch diese neueren Hängeeisen nicht genügenden Widerstand, und kamen daher hier besser nicht zur Anwendung. An Stelle derselben wurde die untere Bühne durch Holzbögen von der Sohle aus gestützt, während die obere Bühne, welche keine gröfsere Last zu tragen hatte, überhaupt nicht gestützt wurde.

Die Längsverbandstücke der älteren Construction, auch später wieder beim Remsfelder Tunnel angewandt, bestehend aus Blechplatten, welche am ganzen Umfange mit Winkel-eisen besäumt sind, erschienen für verschiedene Verhältnisse zu schwerfällig, und gestatten nur immer ein und dieselbe Entfernung der Tunnelrahmen von einander. Besonders aus letzterem Grunde sind dieselben bei Ausführung des Bischofferoder Tunnels vielfach durch Schraubenbolzen nach neben-



stehender Skizze ersetzt worden. Gegen Druckverschiebungen sind in diesem Falle zwischen die Tunnelbögen eingesetzte Holzbolzen mit Vortheil verwendet worden.

Im Uebrigen mag hier noch erwähnt werden, dafs bei Ausführung des Bischofferoder Tunnels, für welchen Sohlbögen überhaupt nicht beschafft waren, an einer Stelle, wo die sonst gleichmäfsige Schichtung des Buntsandsteingebirges durch eine sandhaltige breiartige Thonkluff von 10 m Breite und bedeutender Mächtigkeit durchsetzt war, für die Bogensohle dadurch ein festes Auflager geschaffen wurde, dafs die Bögen auf umgekehrte Sprengwerke aus Holz nach Fig. 8 auf Bl. A gestellt wurden. Das hier erforderliche Sohlgewölbe wurde nachträglich eingezogen.

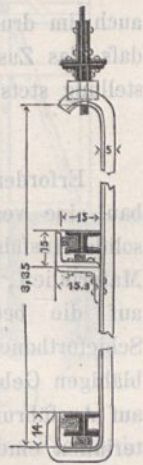
Wenn schliesslich die vorbeschriebenen fünf Abbau-systeme noch untereinander verglichen werden, so ergibt sich als Resultat:

1. Der Bau mit gufseisernen Röhrenbögen ist in mildem Gebirge, bei welchem wenig geschossen zu werden braucht, unbestreitbar der billigste. In druckhaftem Gebirge wird dieses System durch die erforderlichen Zwischen- und Hilfsconstructions wesentlich vertheuert.

2. Dem vorstehenden Systeme folgt bezüglich des Kostenpunktes der Wandruthenbau mit Centralstreben. Dieses System ist aber rationell auch nur in mildem Gebirge zu verwenden, und für druckhaftes Gebirge überhaupt nicht zu empfehlen.

3. Hierauf folgt der Holzbogenbau, und diesem schließt sich

4. der Bau mit schmiedeeisernen Bögen an, dessen Kosten nur unwesentlich höher als die des Systems ad 3 sind. Im massen bröckeligen und thonigen Gebirge ist dieses System das sicherste und wird dann zum billigsten.



5. Der Sparrenbau (österreichische Methode) erfordert ziemlich gleiche oder doch nur unwesentlich höhere Kosten als die beiden Systeme ad 3 und 4, bewährt sich im Uebrigen auch im druckhaften Gebirge gut, hat aber den Nachtheil, daß das Zuschneiden der Sparren bei jeder weiteren Aufstellung stets wieder von Neuem erfolgen muß.

4. Die Tunnelmauerung.

Erfordert an und für sich schon jeder größere Kunstbau eine verhältnißmäßig größere Aufmerksamkeit für die solide Ausführung und für die Auswahl der zu verwendenden Materialien, so mußte im Remsfelder Tunnel mit Rücksicht auf die bedeutenden Druckscheinungen des meist aus Schieferthonen bestehenden, bald rolligen, bald weichen blähigen Gebirges, so wie bei dem starken Wasserzudrang, auf Ausführung des Mauerwerks und Verwendung der Materialien eine ausnahmsweise peinliche Sorgfalt und Controle ausgeübt werden. Die Herstellung des Mauerwerks folgte dem Ausbruch stets auf dem Fulße, und wurde auch stets nur in kurzen Längen ausgeführt. Die Fundamente und Widerlager wurden mit Verzahnung des Mauerwerks, die einzelnen Gewölbstücke dagegen ohne eine solche hergestellt.

Das Sohlgewölbe wurde stets erst nach Fertigstellung des Widerlagers und des Hauptgewölbes ausgeführt, weil dies die Festigkeit der Tunnelsohle im Allgemeinen gestattete und die Kosten für den Aushub und die Mauerung sich hierdurch wesentlich billiger stellten.

Da sich das ursprünglich der Ausmauerung zu Grunde gelegte Profil I (Bl. A Fig. 9) häufig zu schwach erwies, wurde in diesen Fällen die Ausführung nach den auf Bl. A Fig. 10 und 11 skizzirten Profilen II und III bewirkt. Nach Profil I sind 300 lfd. m Tunnel in festerem Gebirge, nach Profil II 475 lfd. m und nach Profil III 125 lfd. m Tunnel ausgeführt worden.

Das Mauerwerk der Fundamente und Widerlager ist in Bruchsteinen mit dazwischen liegenden durchgehenden Werksteinbinderschichten hergestellt. Außerdem wurde auch an druckhaften nassen Stellen die unterste Schicht der Fundamente in Werksteinen ausgeführt und, wie im Profil II und III skizzirt, ein besonderer Kämpferstein für das Sohlgewölbe eingemauert. Die Ansichtsflächen des zwischen den Bindern liegenden Bruchstein-Mauerwerks sind mit Schichtsteinen (Moellons) von 20 bis 30 cm Höhe und 30 bis 50 cm Tiefe verblendet.

In den Widerlagern sind alle 25 m abwechselnd rechts und links, also auf jeder Seite alle 50 m, überwölbte Schutznischen von 1,5 m Breite, 0,50 m Tiefe und 1,625 m Höhe für das Bahnbewachungs- und Unterhaltungs-Personal vorgesehen.

Das Tunnelgewölbe wurde nur aus genau nach Schablonen bearbeiteten durchbindenden Werksteinen hergestellt, und erhielt dasselbe bei der Ausführung nach Profil I und II fast durchgängig eine Stärke von 70 cm und nach Profil III eine solche von 75 bis 80 cm. — Die Wölbsteine des Sohlgewölbes waren 50 cm hoch.

Die Hintermauerung der Widerlager und des Hauptgewölbes bis zur Gesteinswand resp. bis zur steckengebliebenen Pfählung erfolgte aus Bruchsteinen, und zwar auf etwa 450 m Länge in trockener Packung und in etwa gleicher Länge in Mörtel.

Die Pfählung konnte nur in den Strecken herausgenommen werden, in denen sich fester Fels befand, in allen anderen Strecken, selbst in dem festeren rothen Schieferthon, war dies unmöglich, da bei wiederholten Versuchen das Gebirge entweder sofort oder nach wenigen Minuten hereinbrach.

An den Stellen, an welchen die Hintermauerung im Mörtel stattfand, wurde die Entwässerung nach dem System Rziha mit eingelegtem Drainrohrsystem bewerkstelligt. Die Hauptstränge wurden je nach dem Wasserzudrang 0,7 bis 1,5 m weit auseinandergelegt und hierzu 7 bis 9 cm weite Röhren verwendet; zu den Nebensträngen, welche 1 bis 1,5 m auseinander lagen, wurden 3- bis 5 cm-Röhren vermauert.

Die Hauptstränge mündeten in die im Widerlagsmauerwerk zur Abführung des Wassers ausgesparten Schlitze. Das durch letztere ausfließende Wasser wird schließlich dem in der Mitte des Tunnels hergestellten, gemauerten Entwässerungscanal zugeführt, welcher bei 0,50 m lichter Weite und Höhe mit Steinplatten abgedeckt ist.

Auch in den Strecken, in welchen eine trockene Hintermauerung für ausreichend erachtet wurde, sind doch in dem Widerlagsmauerwerk in Entfernungen von 2 bis 3 m Schlitze zur Abführung des Wassers angebracht.

An einzelnen Stellen, an denen besonders starker Wasserzudrang stattfand, wurden über das Gewölbemaerwerk Zinkplatten gelegt. Ein mit 13 mm starken Asphaltplatten gemachter Versuch der Gewölbeabdeckung gelang nicht, da die Platten zu wenig Widerstand gegen Zerreißen boten und ein Dichten resp. Verbinden derselben mit einem heiß gemachten Eisen nicht zu erreichen war. An denjenigen Stellen dagegen, an welchen das Wasser massenhaft durch das fertige Gewölbe drang, wurden Entwässerungstollen hinter dem Mauerwerk angelegt, welche nach geschעהener Abfangung des Wassers wieder mit Bruchsteinen ausgepackt wurden. Auf die specielle Ausführung dieser Entwässerungstollen wird später zurückgekommen werden.

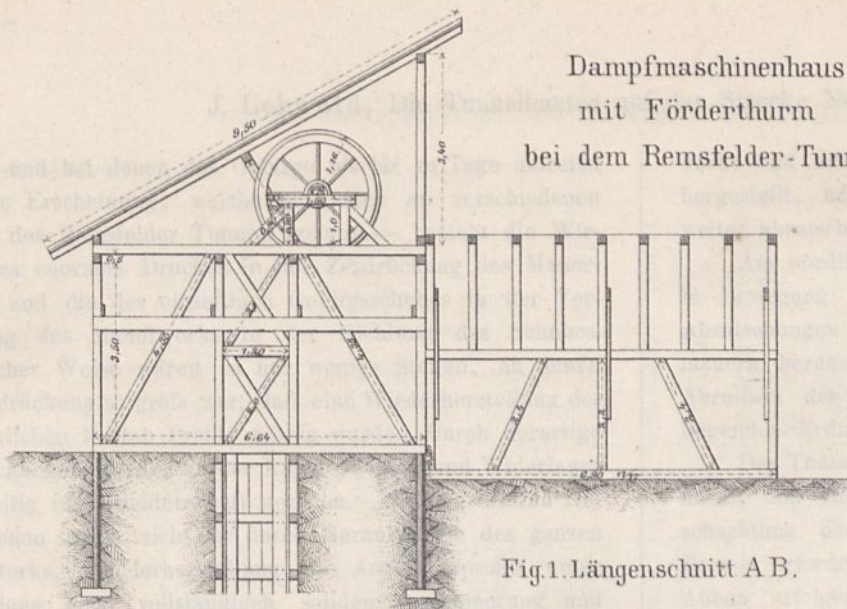
Zur Mörtelbereitung wurde nur guter reiner Quarzsand, welcher in der Nähe der Baustelle gegraben wurde, und hydraulischer Kalk verwendet, welchem meist noch ein stärkerer oder schwächerer Cementzusatz, behufs schnellerer Erhärtung des Mörtels, beigemischt wurde.

An sehr nassen Stellen wurde mit gutem Erfolg eine Mörtelmischung von 1 Theil Cement, 1 Theil hydraulischem Kalk und 4 bis 5 Theilen Sand, an den weniger nassen, jedoch druckhaften Stellen eine solche von 1 Theil Cement, 2 Theilen hydraulischem Kalk und 7 bis 8 Theilen Sand gewählt.

Die Ausfugung des Mauerwerks erfolgte mit Cementmörtel in der Mischung von 1 Theil Cement und 2 Theilen Sand. Nachträglich sich durchlässig zeigende Fugen im Hauptgewölbe wurden in der ersten Zeit mit in heißem Theer getränktem Werg und Cementmörtel gedichtet. Theer hat sich jedoch für diesen Zweck nicht bewährt, da das getheerte Werg nicht dicht hält. Es stellt sich vielmehr als vortheilhaft heraus, die Fugen erst mit in Talg getränktem Werg zu verstopfen und alsdann mit Cementmörtel auszusmieren. Das getalgte Werg hielt so lange dicht, bis der Cementmörtel abgebunden hatte und nicht mehr durch Wasser ausgespült werden konnte.

Wie bei allen Tunnels in mildem und rolligem Gebirge, welche gewöhnlich nur eine geringe Gebirgshöhe über sich

Dampfmaschinenhaus mit Förderthurm bei dem Remsfelder-Tunnel.



1 : 150.

Fig. 2. Grundriss.

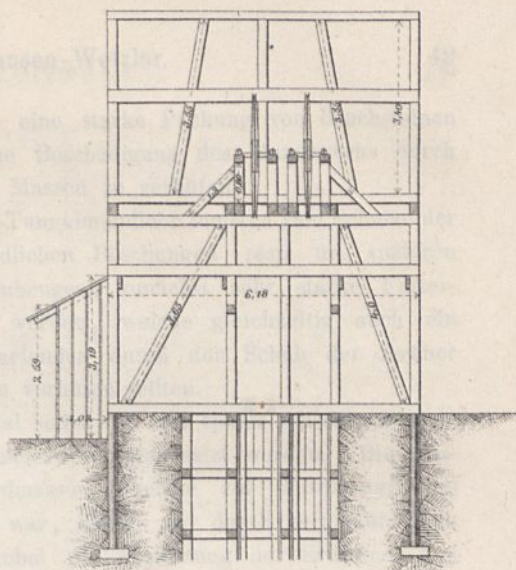


Fig. 3. Schnitt C D.

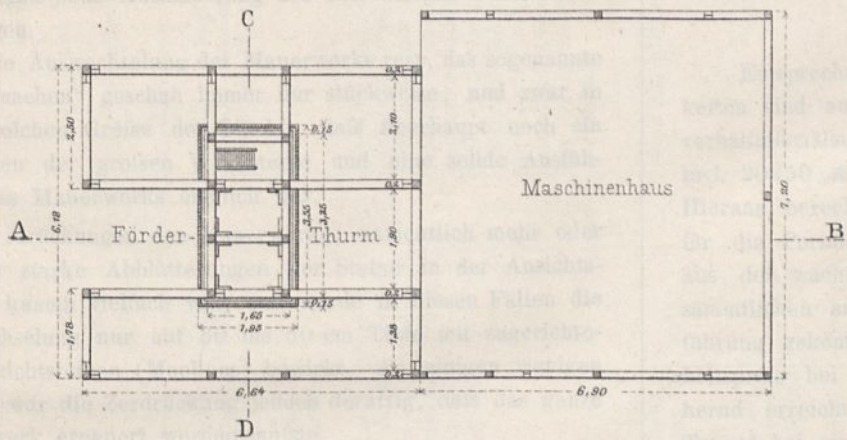


Fig. 5, a - f. Construction gußeiserner Bögen. (System Rziha.)

Fig. 4. Obere Balkenanlage des Förderthurmes.

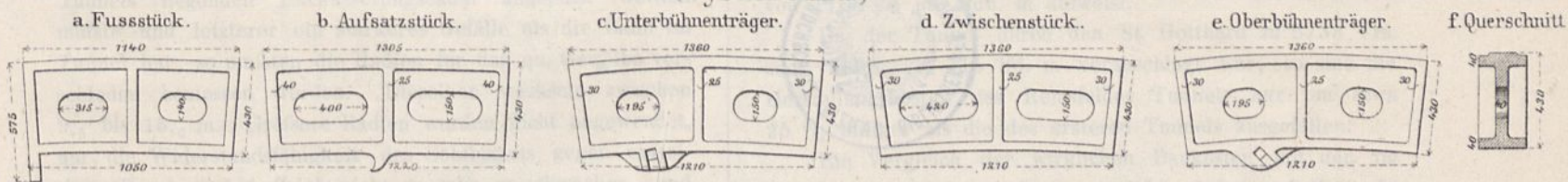
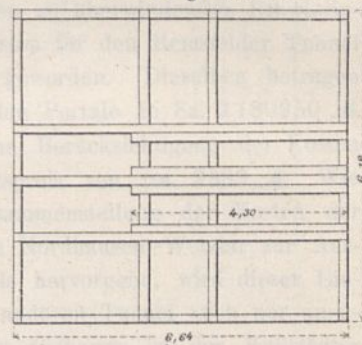


Fig. 6.

Fig. 7.

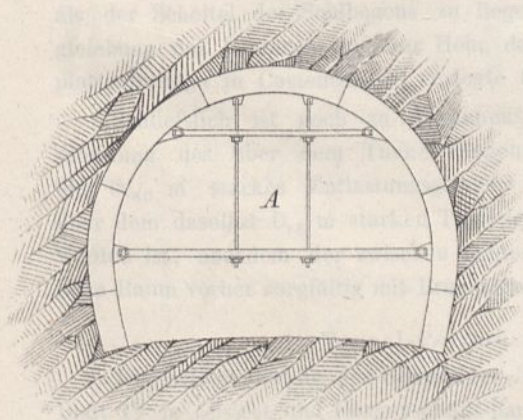


Fig. 9.

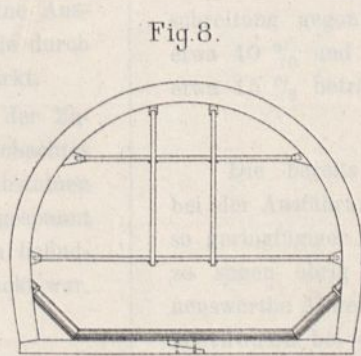


Fig. 10.

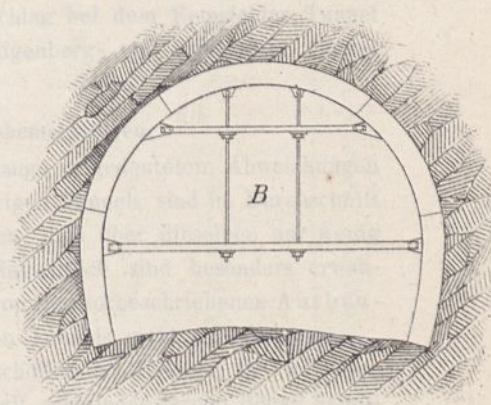
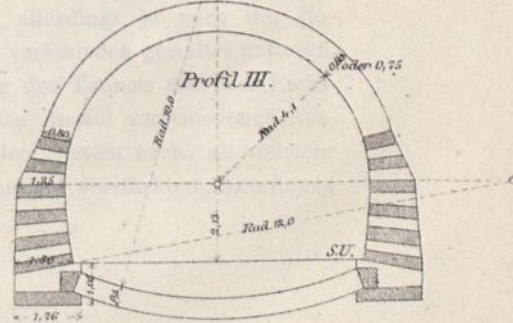
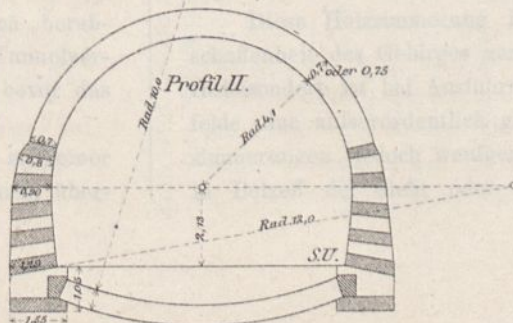
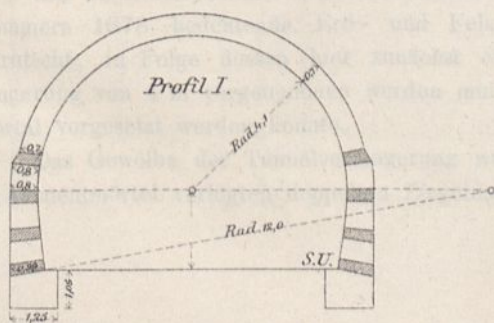


Fig. 11.



haben, und bei denen das Gebirge oft bis zu Tage aufreißt — eine Erscheinung, welche sich auch an verschiedenen Stellen des Remsfelder Tunnels zeigte — besteht die Wirkung des enormen Druckes in der Zerdrückung des Mauerwerks, und die des einseitigen Gebirgsschubes in der Verdrückung des Mauerwerks in der Richtung des Schubes. Glücklicher Weise waren es nur wenige Stellen, an denen die Verdrückung so groß war, daß eine Wiederherstellung des erforderlichen lichten Profils nöthig wurde. Durch derartige Verdrückungen werden in der Regel Gewölbe und Widerlager gleichzeitig in Mitleidenschaft gezogen. Diese größeren Deformationen lassen sich nur durch Herausnahme des ganzen Mauerwerks, Wiederherstellung des Ausbruchprofils unter Anwendung einer vollständigen soliden Auszimmerung und durch eine neue Ausmauerung des betreffenden Tunneltheils beseitigen.

Die Auswechslung des Mauerwerks resp. das sogenannte „Profilmachen“ geschah immer nur stückweise, und zwar in einer solchen Größe der Stücke, daß überhaupt noch ein Versetzen der großen Werksteine und eine solide Ausführung des Mauerwerks möglich war.

Zerdrückungen des Mauerwerks, namentlich mehr oder weniger starke Abblätterungen der Steine in der Ansichtsfläche, kamen vielfach vor, und wurde in diesen Fällen die Auswechslung nur auf 30 bis 50 cm Tiefe mit zugerichteten Schichtsteinen (Moellons) bewirkt. An einigen wenigen Stellen war die Zerdrückung jedoch derartig, daß das ganze Mauerwerk erneuert werden mußte.

Da das Sohlengewölbe thunlichst dem in der Mitte des Tunnels liegenden Entwässerungscanal angepaßt werden mußte und letzterer ein stärkeres Gefälle als die Bahn im Tunnel hat, so mußten die Radien für das qu. Gewölbe verschieden bemessen werden. Dieselben wechseln zwischen 9,5 bis 15,0 m. Größere Radien wurden nicht angewendet, um die Widerstandsfähigkeit des Sohlbogens gegen einseitigen Druck und Auftrieb nicht zu sehr zu schwächen, und wurde deshalb in denjenigen Fällen, in denen trotz des angewandten Maximalradius die Sohle des Hauptcanals höher als der Scheitel des Sohlbogens zu liegen kam, eine Ausgleichung des letzteren auf der Höhe der Canalsohle durch plattenförmige in Cementmörtel verlegte Steine bewirkt.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß vor der Zuschüttung des über dem Tunnel liegenden Hauptschachtes ein 0,60 m starkes Entlastungsgewölbe aus Bruchsteinen über dem daselbst 0,8 m starken Tunnelgewölbe eingespannt worden ist, nachdem der zwischen beiden Gewölben befindliche Raum vorher sorgfältig mit Bruchsteinen ausgepackt war.

5. Tunnel-Portale.

Die beiden Portale des Remsfelder-Tunnels, welche auf Blatt 17 in Ansicht und Längenschnitt dargestellt sind, sollen nur insofern hier noch kurz erwähnt werden, als die Ausführung nicht projectmäßig erfolgen konnte.

Am südlichen Tunnel-Mundloch waren im Laufe des Sommers 1878 bedeutende Erd- und Felsmassen herabgerutscht, in Folge dessen hier zunächst eine Tunnelverlängerung von 4 m vorgenommen werden mußte, bevor das Portal vorgesetzt werden konnte.

Das Gewölbe der Tunnelverlängerung wurde mit einer in Cementmörtel verlegten doppelten Ziegelflachsicht über-

deckt und hierüber eine starke Packung von Bruchsteinen hergestellt, um eine Beschädigung des Mauerwerks durch weiter abrutschende Massen zu verhüten.

Am nördlichen Tunnelmundloch mußten zum Schutze der in Bewegung befindlichen Böschungen resp. um späteren Abrutschungen vorzubeugen, zunächst sehr starke Futtermauern hergestellt werden, welche gleichzeitig auch ein Abreißen des Tunnelendes durch den Schub der darüber liegenden Erdmassen verhüten sollten.

Das Tunnelportal selbst ist erst später zwischen Futtermauer und Tunnelmauerwerk eingesetzt worden. Die Ausschachtung der Erdmassen, welche zur Ausführung des Portals erforderlich war, konnte nur durch bergmännischen Abbau erfolgen, wobei die Abstützung der Erdwände und des Tunnelmauerwerks gegen die Futtermauern bewirkt wurde.

6. Baukosten.

Entsprechend den großen zu überwindenden Schwierigkeiten sind auch die Baukosten für den Remsfelder Tunnel verhältnißmäßig sehr hohe geworden. Dieselben betragen incl. 20250 \mathcal{M} für die beiden Portale in Sa. 2180250 \mathcal{M} . Hieraus berechnet sich ohne Berücksichtigung der Kosten für die Portale ein Einheitspreis von rot. 2389 \mathcal{M} . Wie aus der nachfolgenden Zusammenstellung der Kosten der sämtlichen auf der Strecke Nordhausen-Wetzlar zur Ausführung gekommenen Tunnels hervorgeht, wird dieser Einheitspreis bei keinem der anderen Tunnel auch nur annähernd erreicht. Der nächst theuerste ist der Küllstädter Tunnel bei einem Einheitspreise von rot. 1728 \mathcal{M} pro lfd. m, während der Entenberg-Tunnel den niedrigsten Einheitspreis von 1160 \mathcal{M} pro lfd. m aufweist.

Da der Tunnel durch den St. Gotthard zu 3733 Frs. oder 2986,4 \mathcal{M} pro lfd. m veranschlagt war, so sind die Herstellungskosten des Remsfelder Tunnels nur um etwa 25 % billiger als die des ersteren Tunnels ausgefallen.

Ein Vergleich der wirklichen Baukosten mit den im Kostenanschlage vorgesehenen ergibt, daß nur 3 Tunnels, der Bischofferoder, der Frieda- und der Entenberg-Tunnel, billiger als veranschlagt, ausgeführt sind, während die Ueberschreitung gegen den Anschlag bei dem Remsfelder Tunnel etwa 40 % und beim Heiligenberg- und Küllstädter Tunnel etwa 15 % beträgt.

Schlufsbemerkungen.

Die bereits im Eingange angedeuteten Abweichungen bei der Ausführung der übrigen Tunnels sind im Durchschnitt so geringfügiger Art gewesen, daß über dieselben nur wenig zu sagen übrig bleibt. Namentlich sind besonders erwähnenswerthe Abweichungen von den vorbeschriebenen Ausbau-Methoden bei den übrigen Tunnels nicht vorgekommen.

Mit Ausnahme des Bischofferoder Tunnels, bei welchem, wie erwähnt, der Ausbau mit schmiedeeisernen Bögen hauptsächlich zur Anwendung kam, ist bei sämtlichen übrigen Tunnels der Ausbau mittelst Holzzimmerung, und zwar vorzugsweise im Wandruthenbau erfolgt.

Diese Holzzimmerung ist allerdings je nach der Beschaffenheit des Gebirges ganz verschieden gestaltet gewesen. Insbesondere ist bei Ausführung der Tunnels auf dem Eichsfelde eine außerordentlich große Anzahl verschiedener Auszimmerungen, jedoch weniger dem System nach, als vielmehr in Betreff der mehr oder weniger verstärkten Anordnung

Nachweisung der Herstellungskosten für die sämtlichen Tunneln.

Laufende Nr.	Namen der Tunneln	Lage in Station	Länge in Meter	Art des durchfahrenen Gebirges	Erforderl. Länge d. Sohlgewölbes in m	B a u m a t e r i a l			K o s t e n		Gesamtkosten	Kosten pro lfd. m Tunnel excl. Portale	B e m e r k u n g e n.
						des Sohlgewölbes	der Widerlager	des Gewölbes	des Tunneln	der beiden Portale			
1	Remsfelder Tunnel bei Oberbeisheim.	983+96 bis 993	904,0	Schieferthon (Röth), Braunkohlenthon, Letten, Sandsteinschutt und Sandsteinfels.	618,0	Sandsteinquader.	Sandstein - Bruchsteinmauerwerk mit Schichtstein (Möllons), Verblendung mit 4 bis 6 zwischenliegenden durchgehenden Quaderschichten.	Sandsteinquader.	2 160000	20250	2 180250	2389	Im Röth und im Sandstein fanden sich vielfach wasserführende Schichten.
2	Bischofferoder Tunnel.	1290+99,7 bis 1306+0,3	1500,6	Fester, an der Luft leicht verwitternder Buntsandstein, mit einzelnen wetterbeständigen Schichten, welche zur Hintermauerung verwendbar waren. Auf 9 m Länge war die Schichtung des Gebirges durch eine schwimmende mit Thon vermischte Sandschicht von bedeutender Mächtigkeit unterbrochen.	9,0	rauh bearbeitete Sandsteinquader.	Bruchsteinmauerwerk mit hammerrecht bearbeiteten Verblendsteinen (Möllons), dazwischen in 1 bis 1,3 m Abstand durchgehende Quaderschichten.	wie vor.	2 122900	23000	2 145900	1415	
3	Frieda-Tunnel.	1606+32,6 bis 1617+1,4	1065,3	Buntsandstein und Rothschiefer.	—	—	Sandstein-Bruchstein mit Werksteinverblendung.	Sandstein-Werksteine.	1 373679	19103	1 392782	1290	Von Station 1611—1612 nur 96,5 m lang.
4	Entenberg-Tunnel.	1728+50 bis 1731+30	280,0	Kalkstein.	—	—	Am Südportal auf 30 m Länge Sandstein, dann Kalkstein.	desgl.	324017	10000	334017	1160	
5	Heiligenberg-Tunnel.	1753+46,5 bis 1755+41,5	195,0	Röth.	40,0	Sandstein-Werkstein.	Kalkstein.	Sandstein-Werksteine	298000	24000*	322000	1528	* Die aufergewöhnliche Höhe der Portalkosten ist durch Rutschungen in der Stirnwand des Voreinschnittes herbeigeführt.
6	Mühlenberg-Tunnel I	1764+25,5 bis 1767+66,5	341,0	Im westlichen Theile Röth, im östlichen klüftiger Kalkstein.	5,0	desgl.	Kalkstein.	Sandstein-Werksteine.	460000	28000*	488000	1349	* Wie vorstehend.
7	Mühlenberg-Tunnel II	1773+92 bis 1775+47	155,0	Klüftiger Kalkstein.	—	—	Kalkstein.	Ziegelsteine u. Sandstein-Werksteine.	189000	15000	204000	1219	Wegen der auferordentlich schwierigen Zufuhrwege nach der Baustelle wurde ein Theil des Gewölbes aus Ziegelsteinen hergestellt.
8	Küllstädter Tunnel.	1800+65,7 bis 1810+56,16	1529,0	Im kleineren westlichen Theile horizontal geschichteter Kalkstein, im größeren östlichen Keupermergel	50,0	Sandsteinquader.	Kalkstein.	Sandsteinquader.	2 642000	22000	2 664000	1728	Die Länge der Station 1800 bis 1801 beträgt 638,54 m.
	Sa.		5969,9		722,0				9 569596	161353	9 730949	rot. 1603	⌘ durchschnittlich.

desselben, zur Anwendung gekommen, und zwar von der einfachsten, mit einem Holzverbrauch von 2,13 cbm, bis zur complicirtesten, bei welcher ein Holzverbrauch von 13,94 cbm pro lfd. m Tunnel stattgefunden hat.

Zum besseren Verständniß sind einzelne dieser Auszimmerungen auf Blatt 23 dargestellt.

Die in der Skizze 1 dargestellte Auszimmerung ist im Kullstädter Tunnel an denjenigen Stellen zur Anwendung gekommen, an welchen der feste gewachsene Fels in Bänken von größerer Mächtigkeit anstand. Die Ausbruchszonen hatten eine Länge von 7,5 m und erforderten an Holz:

für Kronenbalken	3,20 cbm
„ Unterzüge und Laufruthen	2,51 „
„ Streben und Bolzen	4,87 „
„ Schwellen	2,82 „
„ Sohlstempel	2,59 „

in Sa. 15,99 cbm oder 2,13 cbm pro lfd. m und an Bohlen zur Verschalung etc. 105,20 qm oder 14,50 qm pro lfd. m Tunnel.

In der folgenden Skizze 2 ist eine im Mühlenberg-Tunnel II gleichfalls im festen Gebirge zur Anwendung gekommene Auszimmerung dargestellt. Die Ausbruchszonen erfolgten in Längen von 8 m, und zwar nach der Gebirgsart mit je 4 oder 5 Schwellen.

Bei Anwendung von 5 Schwellen ergibt sich ein Holzverbrauch von:

8 Kronenbalken	4,37 cbm
2 Unterzüge	1,13 „
30 Streben	7,43 „
5 Schwellen	3,13 „
15 Spannriegel	0,33 „
20 Sohlstempel	6,60 „
10 Anstöße	0,74 „
2 Schubstreben (Schwelle)	0,77 „
2 desgl. (Firststollen)	0,42 „
32 lfd. m Bolzen	0,64 „

in Summa 25,56 cbm oder pro lfd. m Tunnel 3,19 cbm.

An Bohlen zu Pfählen, Pfandbrettern, Unterlagern sind pro Zone 134,6 qm oder pro lfd. m Tunnel 16,8 qm verbraucht worden.

Die in Skizze 3 dargestellte Auszimmerung ist im Heiligenberg-Tunnel in etwas druckhaftem Gebirge ausgeführt worden. Auch hier war die Länge der Ausbruchszonen zu 8 m bemessen, und stellt sich der Holzverbrauch für eine Zone wie folgt:

12 Kronenbalken (Wandruthen)	10,30 cbm
2 Unterzüge	1,13 „
40 Streben	10,62 „
5 Schwellen (4 kurze, 1 Bremsschwelle)	6,83 „
30 Spannriegel (über u. unter den Schwellen)	0,69 „
20 Sohlstempel	6,97 „
10 Anstöße	1,31 „
10 Spreizen	1,23 „
4 Schubstreben	1,27 „
95 lfd. m Bolzen	3,95 „

zusammen 44,30 cbm und außerdem auf 231,6 qm Bohlen zur Pfändung, Verschalung etc. Auf ein laufendes Meter Tunnel kommen demnach 5,54 cbm Bauholz und 28,95 qm Bohlen.

In mehr druckhaftem Gebirge, im Mühlenberg-Tunnel Nr. 1, ist die in Fig. 4 skizzirte Auszimmerung angewendet worden. Die Ausbruchszonen hatten hier nur 6 m Länge bei Anwendung von 5 Schwellen.

Der Holzverbrauch stellte sich hier auf 46,29 cbm Bauholz und 227,6 qm Bohlen pro Zone oder auf 7,71 cbm Bauholz und 37,9 qm Bohlen pro lfd. m Tunnel.

In noch druckhafteren Stellen des Heiligenberg-Tunnels ist die in Fig. 5 skizzirte Auszimmerung mit gutem Erfolge eingebaut worden.

Bei einer Länge der Ausbruchszonen von 6 m wurden je nach der mehr oder weniger ungünstigen Beschaffenheit des Gebirges resp. 5 und 4 Schwellen verwendet.

Bei Anwendung von 5 Schwellen wurden verbraucht:

für 16 Kronenbalken	10,75 cbm
„ 2 Laufruthen	0,85 „
„ 2 Unterzüge	2,36 „
„ 50 Streben	15,89 „
„ 5 Schwellen	6,83 „
„ 20 Spannriegel	1,80 „
„ 20 Sohlstempel	8,45 „
„ 10 Anstöße	1,31 „
„ 20 Spreizen	2,45 „
„ 6 Schubstreben	1,43 „
„ 123,6 lfd. m Bolzen	5,14 „

zusammen 57,26 cbm Bauholz und 262 qm Bohlen zur Pfändung, Verschalung etc., mithin pro lfd. m Tunnel 9,54 cbm Bauholz und 43,66 qm Bohlen.

Die stärkste Auszimmerung ist auf kurzer Strecke im Kullstädter Tunnel nach der in Skizze 6 dargestellten Weise zur Anwendung gekommen, und zwar in ganz weichem Gebirge mit starkem Wasserzudrang und sumpftartiger Sohle.

Die Länge der Ausbruchzone war an dieser Stelle zu 7,5 m normirt, und betrug der Holzverbrauch:

für Wandruthen und Kronenbalken	12,84 cbm
„ Streben, Hilfslager und Bolzen	40,33 „
„ Unterzüge und Laufruthen	5,95 „
„ Schwellen und Hilfsschwellen	17,12 „
„ Sohlstempel	28,31 „

zusammen 104,55 cbm und ferner 335 qm Bohlen zur Verpfählung etc., woraus sich pro lfd. m Tunnel ein Verbrauch an Bauholz von 13,94 cbm und an Bohlen von 44,66 qm ergibt.

Die weiteren 12 bis 14 Arten der Auszimmerungen liegen zwischen den oben dargestellten.

Bei einer Veranschlagung des Holzverbrauchs für einen Tunnel ist natürlich zu berücksichtigen, daß man durchschnittlich auf eine zwei- bis dreimalige Verwendung der Hölzer und Bohlen rechnen kann.

Der Vollständigkeit halber dürften ferner noch die für kurze Zeit bei Ausführung des Kullstädter Tunnels zur Anwendung gekommene Maschinenbohrung kurz zu erwähnen sein. Der bei diesem Tunnel zu durchbrechende Muschelkalk trat im westlichen Voreinschnitt in so festen und mächtigen Bänken auf, daß der Ausbruch auf dieser Seite des Tunnels mittelst Maschinenbohrung für durchaus angezeigt gehalten werden mußte. Es wurden deshalb die zu dieser Bohrung erforderlichen Einrichtungen, Beschaffung und Aufstellung einer Compressionsmaschine etc., rechtzeitig getroffen.

Nach Aufstellung der Compressionsmaschine und nachdem die Luftleitung vom Luftreservoir durch Schacht I nach dem in westlicher Richtung vorgetriebenen Sohlenstollen gelegt worden war, wurde am 3. October 1876 mit dem weiteren Vortrieb desselben mittelst Frauvo's & Dubois'scher Bohrmaschinen begonnen. Bis zum 1. November wurden 17,0 m und vom 1. bis zum 22. November 1876, dem Tage der Einstellung der Maschinenbohrung, 18,85 m Stollen aufgeföhren, was einer Durchschnittsleistung von 0,59 resp. 0,86 m pro Tag entspricht. Abgesehen von dem Umstande, daß die an der Maschine beschäftigten Arbeiter zunächst mit der Bedienung und den Eigenthümlichkeiten derselben vertraut werden mußten, auch an den Maschinen selbst, wie dies in der Regel bei neu in Betrieb gesetzten Maschinen der Fall ist, noch mehrfache Aenderungen vorgenommen werden mußten, ist der hauptsächlichste Grund der sehr geringen Durchschnittsleistung darin zu suchen, daß das zu durchföhrende Gebirge für die Maschinenbohrung nicht geeignet war. Bei der horizontalen Schichtung der größtentheils schwachen Bänke des Kalkfelsens konnte den Bohrlöchern keine genügend geneigte Lage gegen die Schichtungsfläche, wie dies beim Handbohren möglich, gegeben werden, so daß eine völlige Ausnutzung der Sprengwirkung nicht zu erreichen war. Da in Folge dessen das Maschinenbohren kostspieliger wie das Handbohren wurde, auch nach Maafgabe der inzwischen im westlichen Voreinschnitt gemachten Beobachtungen ein mehr geeignetes Gebirge nicht mehr zu erwarten war, wurde am 22. November 1876 die Maschinenbohrung eingestellt.

Die zum Betrieb der Bohrmaschinen ausgeführten maschinellen Anlagen sind auf Blatt 24 dargestellt.

Von weiteren Vorkommnissen bei Ausführung der Tunneln dürfte zum Schlusse hier noch die Art und Weise der Ableitung des Wassers aus besonders nassen Gebirgsstrecken über dem Tunnelgewölbe zu erwähnen sein.

Es ist selbstverständlich, daß die zur Abföhren des Wassers zu ergreifenden Mittel stets den localen Verhältnissen anzupassen und daher sehr verschieden sind. Von größerem Interesse dürften in dieser Beziehung zwei im Kallstädter Tunnel bewirkte Ausführungen sein.

Die erste dieser Ausführungen erstreckte sich auf die Tunnelstrecke zwischen Station 1800 + 596 und Station 1800 + 620.

Bei Station 1800 + 620 stürzte das Wasser in Strömen durch die Fugen der linken Gewölbeseite. Zur Abföhren desselben wurde an einer trockenen Stelle, und zwar an der nächstliegenden Nische (conf. Schnitt *AB*, Fig. 7 auf Bl. 23) eingebrochen und von hier aus, wie im Längenschnitt Fig. 9 angedeutet, ein Stollen bis zu der nassen Stelle aufgeföhren. Vom Ende des Stollens aus wurde die nasse Stelle des Gewölbes, welche etwa 7 m lang und 3,5 m breit war (siehe Schnitt *CD*, Fig. 8) freigelegt und, nachdem die Fugen sorgfältig mit Cement ausgegossen waren, auf das Gewölbe noch ein besonderer Cementguß aufgebracht. Der ausgebrochene Raum so wie der Stollen wurden mit Steinen verpackt. Außerdem wurde noch in Kämpferhöhe (s. Schnitt *CD*) ein kurzer Stollen vorgetrieben, da der erste Stollen nicht sämtliches Wasser abföhrt.

Der Erfolg war ein vollständiger. Das Mauerwerk ist trocken gelegt und die Wasser fließen jetzt durch die beiden Stollen des Widerlagers nach der Tunnelsohle und von hier nach dem Entwässerungscanal ab.

Die zweite sehr nasse Stelle befand sich zwischen Stat. 1809 + 28,2 bis Stat. 1809 + 40,2.

Bei starkem Regen und Thauwetter strömte in dieser Zone das Wasser durch alle Fugen des Gewölbemauerwerks. Zum Zwecke der Entwässerung wurde, wie in den beiden Figuren 10 und 11 auf Bl. 23 dargestellt ist, auf beiden Seiten des Tunneln eingebrochen, an den Widerlagern entlang Stollen getrieben und von hier aus das Gebirge über dem Gewölbe in Ringen von etwa 1,5 m Breite ausgebrochen. Um einen nicht zu großen Raum aufzuschließen, wurde nicht der ganze Ring auf einmal, sondern zunächst nur die eine Hälfte (also vom Widerlager bis zum Gewölbescheitel) und erst nach Auspackung derselben die andere Hälfte hergestellt. Die Skizze von Profil *AB*, Fig. 11, entspricht demnach nicht genau der wirklichen Ausführung, indem hier der Deutlichkeit halber der ganze Ring als ausgebrochen dargestellt ist.

Nach Freilegung der Gewölbeoberfläche wurden die Fugen ausgegossen, ein Cementschlag aufgebracht und demnach der Raum mit Steinen fest ausgepackt. — Die Ausführung, welche zu einer Zeit erfolgte, als die Materialzüge schon im Gange waren, ging gut von Statten, und wurde der beabsichtigte Zweck vollständig erreicht.

Frankfurt a/M. im März 1882.

J. Lehwald.

Die neue Kanzel der Wiesenkirche in Soest.

(Mit Zeichnung auf Blatt 25 im Atlas.)

Bekanntlich sind erst einige Monate verflossen, seit das große, einst vom Kunstsinn Königs Friedrich Wilhelm IV. angeregte Werk der Restauration der Wiesenkirche in Soest seinen Abschluß gefunden hat*). Im Programm dieser Wiederherstellung hatte es von Anbeginn gelegen, daß im Innern der Kirche ein neuer Altar und eine neue Kanzel errichtet werden sollten. Denn der auf uns gekommene Hauptaltar widersprach in seinen Barockformen so sehr dem Charakter

*) Ein Aufsatz über dieses wichtige Monument und die Restauration desselben findet sich, begleitet von einigen bezüglichen Abbildungen im Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrgang 1882, Seite 370 ff.

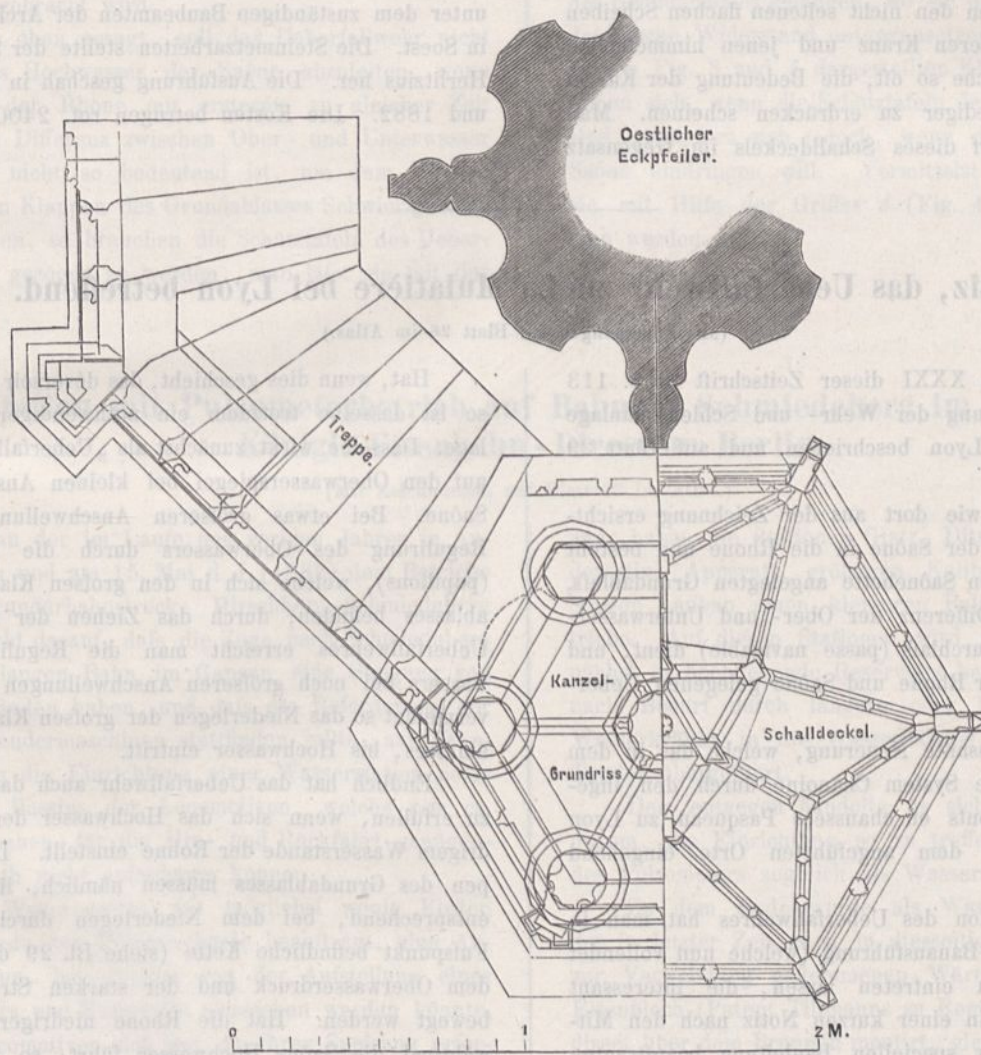
des Bauwerks und aller ältern Einrichtungstücke, und sündigte außerdem derart durch seine übertriebenen Höhenmaasse, daß es nicht rätlich erschien, ihn an der wichtigen Stelle im Mittelpunkte des hohen Chores bestehen zu lassen. Er ward daher, seines eigenthümlichen Kunstwerthes immerhin nicht entbehrend, an einer Wand des Seitenschiffs neu aufgestellt und an seinem früheren Standort ein stylgemäßer Bau errichtet. Ebenso mußte die Kanzel, auch eine Schöpfung aus der Barockzeit, von ihrem Platze weichen. Statt ihrer galt es aber, eine von Grund auf neue Anlage herzustellen, während beim Aufbau der Altarwand eine im

Kirchenschiffe vorgefundene schöne spätest-gothische Tabernakelarchitektur, einem ehemaligen Nebenaltar angehörig, als Kern Verwendung finden konnte.

Die Kirche St. Marien „zur Wiese“ hat drei Schiffe, deren jedes östlich in einem polygon-gestalteten Chore seinen Abschluß findet. Das Mittelschiff ist von den Seitenschiffen beiderseits durch eine Pfeilerstellung geschieden. Der Tradition entsprechend, welche bereits in der gothischen Periode des Mittelalters die allgemein maafsgebende war, steht die neue Kanzel, aus der Axe der Kirche herausgerückt, an einem der Schiffspfeiler. Eine solche Stellung hat sich als akustisch günstig erwiesen und wahrt dem in der Mittellinie des Hauses den Augen der Gläubigen gegenüber als vornehmstes Ziel aufsteigenden Altar das Vorrecht, welches

der Stätte gebührt, an der ein Sacrament verwaltet wird. Im vorliegenden Falle ward speciell ein Pfeiler der südlichen Reihe, und zwar, da das Kirchenschiff nur kurz ist, der östliche Eckpfeiler dieser Reihe, als passender Standplatz ausersehen.

Das Kirchengebäude selbst gehört dem mittel- und spätgothischen Style an. Gegen Anfang des vierzehnten Jahrhunderts begonnen, hat sich sein Bau bis weit in das fünfzehnte hinein erstreckt. Besonders im Aeußeren zeigen die Chöre und das Schiff eine frühere, strengere Formenfassung, mit sog. Pässen in dem Maafswerk. Erst weit westlich im Schiff wird die Außenarchitektur durch entschiedener spätgothische Elemente beeinflusst. Im Inneren dagegen, wo die auffallend weite Pfeilerstellung und die



merkwürdig vorgeschrittene Bildung dieser Pfeiler ohne eigentlichen Sockel und ohne jede Andeutung eines Capitäls hauptsächlich den stylistischen Eindruck bestimmt, ist die Wirkung des Schiffes eine solche, wie wir sie mehr in den Werken der ausgesprochenen Spätgothik als in denen des vierzehnten Jahrhunderts zu empfinden pflegen. Dieser eigenenthümliche Umstand wurde bei der Wahl der Formen für die Kanzel maafsgebend, daneben aber auch der Wunsch, einen gewissen Einklang mit der Erscheinung des neuen Hauptaltars herzustellen, dessen Styl, wie schon angedeutet, der der spätesten gothischen Baukunst ist. Völlig hat man sich dabei allerdings der letztgemeinten Formenwelt mit ihrem

aufserordentlichen, aber bereits allzu gleichförmigen Reichtum gleich großer oder besser gleich kleiner Details nicht überantworten zu müssen geglaubt; vielmehr ward eine Stylweise versucht, die, wenn auch mit späten Einzelheiten arbeitend, doch noch Contraste zwischen reicheren und einfacheren, derber und feiner behandelten Partien kennt.

Der eigentliche Predigtstuhl und die zu ihm emporführende Treppe sind aus dem schönen und bildsamen Kalkstein gearbeitet, welchen die Baumberger Brüche in der Gegend von Münster liefern. Der Schalldeckel besteht aus Eichenholz. Der Kanzelgrundriss entwickelt sich aus dem Sechseck. Entsprechend wird das Podium von einer kleinen

Halle auf sechs einen Mittelpfeiler umgebenden Säulchen getragen. Dies ist das eine der im Mittelalter für die Bildung des Kanzelfusses beliebten Motive, stattlicher als die anderweitige Lösung mit nur einer mittleren Säule. Die Brüstung besteht aus einzelnen Steinplatten mit Maafswerkblenden. Auf den Ecken laufen diese an Pfeilerchen an, die man nicht einfach, sondern paarweise stellte, um zwischen ihnen die Stofsuge hindurchführen zu können. Die Treppe folgt in gebrochenem Lauf der Pfeilergrundform; mit dem gröfseren Theil ihrer Stufen lagert sie sich einem einhüftigen Bogen auf. Sie trägt eine durchbrochene Steinbrüstung, deren schmale Pfosten, damit den betreffenden Platten die nöthige Solidität belassen werde, unten sowohl als oben durch Maafswerkfiguren verbunden sind. Der Schalldeckel mit seinem gethürmelten Aufsatz will eine anständige Mitte einhalten zwischen den nicht seltenen flachen Scheiben mit einem blofsen äufseren Kranz und jenen himmelhohen Tabernakelbauten, welche so oft, die Bedeutung der Kanzel übertreibend, den Prediger zu erdrücken scheinen. Man hat sich beim Entwurf dieses Schalldeckels im Gegensatz

zu mannigfachen modernen Ausführungen dem mittelalterlichen Princip für solche Holzconstructions anzuschließen versucht, welches sich einfach dahin formuliren läfst, dafs selbst bei großem Reichthum aus möglichst wenig Stücken gebaut und die Architektur dementsprechend eingerichtet werden soll.

Auf das Kanzelpodium setzt sich rückwärts eine Steinplatte auf, die dem Schalldeckel als Unterstützung dient. Bis auf Manneshöhe ist sie der Annehmlichkeit der Berührung wegen mit einem Teppich behängt, der von einer querbefestigten Holzleiste herabfällt.

Der auf Tafel 25 in der Ansicht und durch den umstehenden Holzschnitt im Grundrifs dargestellte Entwurf zu dieser Kanzel ward im Ministerium der öffentlichen Arbeiten unter dem Geh. Baurath Adler angefertigt. Die Bauausführung leitete unter dem zuständigen Baubeamten der Architekt Memminger in Soest. Die Steinmetzarbeiten stellte der Steinhauermeister Herlitzius her. Die Ausführung geschah in den Jahren 1881 und 1882. Die Kosten betragen rot. 2400 Mark.

C. Schäfer.

Notiz, das Ueberfallwehr zu La Mulatière bei Lyon betreffend.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 26 im Atlas.)

In dem Jahrgange XXXI dieser Zeitschrift ist S. 113 die allgemeine Anordnung der Wehr- und Schleusenanlage zu La Mulatière bei Lyon beschrieben und auf Blatt 29 dargestellt.

Das Wehr liegt, wie dort aus der Zeichnung ersichtlich, an der Mündung der Saône in die Rhone und besteht aus dem im eigentlichen Saônebette angelegten Grundablaß, welcher bei geringer Differenz der Ober- und Unterwasserstände als Schifffahrtsdurchlaß (passe navigable) dient, und aus einem zwischen der Rhone und Saône gelegenen Ueberfallwehr (déversoir).

Die höchst interessante Neuerung, welche das in dem Grundablaß angewandte System Chanoine durch den ingénieur ordinaire des ponts et chaussées Pasqueau zu Lyon erfahren hat, ist an dem angeführten Orte eingehend erläutert.

Bei der Construction des Ueberfallwehres hat man in den letzten Stadien der Bauausführung (welche nun vollendet ist) noch Aenderungen eintreten lassen, die interessant genug erscheinen, um in einer kurzen Notiz nach den Mittheilungen des mit der speciellen Bauleitung beauftragten conducteur des ponts et chaussées Givoiset zu Lyon erläutert zu werden.

Die Naturen der beiden bei Lyon sich vereinigenden Flüsse Rhone und Saône sind sehr verschieden: die Rhone hat starkes Gefälle, schnell wechselnde Wasserstände und viele Sinkstoffe, die Saône dagegen ein schwaches Gefälle, langsam eintretende Hochwasser und wenig Sinkstoffe. Die Hochwasser der Rhone und die der Saône treten oft zu verschiedenen, oft zu gleichen Zeiten ein; im letzteren Falle kann das Ueberfallwehr, seiner Lage entsprechend, kein Saönewater abführen. Der Grundablaß in der Saône ist demnach so breit angelegt, dafs er im Stande ist, die gesammte Wassermenge der Saône abzuleiten.

Hat, wenn dies geschieht, das déversoir keine Bedeutung, so ist dasselbe trotzdem ein nothwendiger Theil der Anlage. Dasselbe wirkt zunächst als „Ueberfallwehr“ regulirend auf den Oberwasserspiegel bei kleinen Anschwellungen der Saône. Bei etwas gröfseren Anschwellungen erfolgt die Regulirung des Oberwassers durch die kleinen Klappen (papillons), welche sich in den großen Klappen des Grundablasses befinden; durch das Ziehen der Schütztafeln des Ueberfallwehres erreicht man die Regulirung des Oberwassers bei noch gröfseren Anschwellungen der Saône, und vermeidet so das Niederlegen der großen Klappen des Grundablasses, bis Hochwasser eintritt.

Endlich hat das Ueberfallwehr auch dann eine Function zu erfüllen, wenn sich das Hochwasser der Saône bei niedrigem Wasserstande der Rhone einstellt. Die großen Klappen des Grundablasses müssen nämlich, ihrer Construction entsprechend, bei dem Niederlegen durch die an ihrem Fufspunkt befindliche Kette (siehe Bl. 29 des Jahrg. XXXI) dem Oberwasserdruck und der starken Strömung entgegen bewegt werden. Hat die Rhone niedrigere Wasserstände, während die Saône Hochwasser führt, so läfst man durch Ziehen der Schütztafeln des Ueberfallwehres den Unterwasserspiegel steigen und erleichtert so durch Verminderung von Wasserdruck und Strömung das Niederlegen der Klappen des Grundablasses.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über den Zweck des Ueberfallwehres mögen noch einige durch die beigefügten Zeichnungen auf Blatt 26 erläuterte Details über die Construction desselben hier eine Stelle finden.

Der Verschlufs nach der Saône hin geschieht durch Schütztafeln, welche ebenso wie bei dem von Boulé construirten Wehre zu Port l'Anglais (Seine) sich gegen schmiedeeiserne Böcke lehnen. Die Oberkante der Schütztafeln liegt in der Höhe des Normal-Staues. Nach der Rhoneseite ist

die Construction durch eiserne Klappen abgeschlossen, deren Bedeutung später erörtert werden wird.

Die Verbindung der einzelnen Böcke wird durch Schienen *a* (Fig. 4, 5 und 9 hergestellt; die letzteren bilden ein Geleis für den Wagen, welcher eine Winde und einen Krahn trägt (Fig. 10 und 11). Mit Hilfe der Winde können die einzelnen Schütztafeln, durch die Winkeleisen *f* der Fig. 7 geführt, herausgenommen werden. Diese Winkeleisen verhindern zugleich, wenn die Schütztafel herabgelassen ist, das Abheben derselben durch die Strömung der Rhone.

Die in die Höhe gezogenen Schütztafeln werden vermittelst des Krahnes auf einen Wagen gestellt, welcher sich hinter dem Windenwagen befindet (Fig. 2) und, wenn er mit Schütztafeln beladen ist, auf dem Geleis in das am Ufer gelegene Depot gebracht wird.

Wie bereits oben gesagt, soll das Ueberfallwehr nicht dazu dienen, das Hochwasser der Saône abzuleiten, wenn das Hochwasser der Rhone mit ersterem zu gleicher Zeit eintritt. Da die Differenz zwischen Ober- und Unterwasser in diesem Falle nicht so bedeutend ist, um dem Niederlegen der großen Klappen des Grundablasses Schwierigkeiten entgegen zu setzen, so brauchen die Schütztafeln des Ueberfallwehres nicht gezogen zu werden, man läßt sie mit der

Laufbrücke des Ueberfallwehres im Flusse, so daß die Wassermassen über sie hingehen. Die Laufbrücke war daher gegen Abheben durch das Hochwasser zu sichern. Aus diesem Grunde sind (Fig. 4, 5 und 9) die einzelnen Schienentheile *a* mit je 2 Durchsteckbolzen (Schlüsseln) *b* an die Böcke befestigt, während die einzelnen Tafeln der Laufbrücke gegen Abheben durch die Flacheisen *c* gesichert werden, welche durch Schraubenbolzen *e* mit den Böcken verbunden sind. Tritt Eisgang ein, so werden nach Entfernung der Schütztafeln und Klappen die Böcke umgelegt und zu diesem Ende die Schlüssel *b* herausgenommen, sowie Schienen und Laufbrücke entfernt.

Ebenso ist erwähnt, daß die Rhone sehr viele Sinkstoffe mit sich führt. Um zu verhindern, daß diese zwischen die Böcke des Ueberfallwehres und auf den Wehrkörper des Grundablasses gelangen, wo sie dem eventuellen Umlegen der Böcke Widerstand entgegensetzen würden, hat man die in den Fig. 3 und 4 dargestellten Klappen angebracht. Sie öffnen sich, wenn die Schütztafeln der Saône-Seite gezogen sind, schließten sich jedoch, wenn das Rhonewasser in die Saône eindringen will. Vermittelst eines Hakens können sie mit Hilfe des Griffes *d* (Fig. 4 und 6) herausgenommen werden.

Dorp.

Wasserstation mit Pulsometerbetrieb auf Bahnhof Schmiedeberg im Bezirke der Königl. Eisenbahn-Direction Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 27 im Atlas.)

Bei dem Bau der im Laufe des vorigen Jahres in Angriff genommenen und am 15. Mai d. J. (1882) dem Betriebe übergebenen Secundärbahnstrecke Hirschberg-Schmiedeberg wurde in Rücksicht darauf, daß die Züge nach Schmiedeberg auf der 15 km langen Bahn im Ganzen eine Steigung von 100 m zu überwinden haben, und daß die Beförderung der Züge nur mit Tendermaschinen stattfinden sollte, auf Bahnhof Schmiedeberg die Einrichtung einer Wasserstation notwendig, da die Bassins der Locomotiven, welche nur ca. 4,5 cbm Inhalt haben, für die Hin- und Rückfahrt genügenden Wasservorrath nicht aufnehmen können.

Um diese Wasserstation mit möglichst wenig Kosten herzustellen, wurde der Unterzeichnete beauftragt, eine Anlage zu entwerfen, bei welcher von der Aufstellung eines besonderen Motors und Reservoirs abgesehen werden könnte, vielmehr die Locomotiven sich das zu ihrer Speisung erforderliche Wasser selbst in ihre Bassins befördern sollten.

Die in den Jahren 1877 und 1878 im Bereiche des Königlichen Eisenbahn-Betriebs-Amtes Görlitz angestellten umfassenden Versuche über Anwendung des Pulsometers im Eisenbahndienste, welche im „Archiv für Eisenbahnwesen vom Jahre 1879, Heft 3“ veröffentlicht worden sind, hatten so günstige Resultate, besonders für solche Stationen, auf welchen Reservemaschinen stationirt sind, ergeben, daß die Anwendung eines Pulsometers auch für die zu projectirende Anlage nahe gelegt war.

Es darf hierbei bemerkt werden, daß im Bereiche des genannten Betriebs-Amtes seit längerer Zeit bereits 4 Wasserstationen mit Pulsometerbetrieb eingerichtet sind, und

zwar haben die Stationen Glatz, Dittersbach und Gottesberg derartige Apparate größeren Kalibers (Nr. 7), und die Station Lauban einen kleineren Pulsometer (Nr. 4) im Betriebe. Auf diesen Stationen wird jedoch das Wasser zunächst in hochliegende Reservoirs befördert und von diesen nach Bedarf durch längere oder kürzere Leitungen und Wasserkrähne in die Wasserbassins der Locomotiven resp. Tender übergeführt.

Dem entgegen handelte es sich im vorliegenden Falle darum, die Einrichtung so zu treffen, daß das Druckrohr des Pulsometers zugleich als Wasserkrahn functionirt.

Zu dem Ende wurde als Wasserstationsgebäude eine der in letzter Zeit auch in diesseitigem Bezirke wiederholt zur Verwendung gekommenen Wärterbuden aus gewelltem Eisenblech (Patent Tillmanns zu Remscheid) benutzt, welche direct über dem Brunnen montirt, gleichzeitig als Aufenthaltsort für einen Weichensteller dient.

Unmittelbar über dem Brunnen wurde auf zwei Eisenbahnschienen ein Pulsometer Hall'schen Systems (Nr. 4) aufgestellt, dessen Saugerrohr, ca. 3,57 m lang, bis dicht über die Brunnensohle reichte.

Um als Dampfmotor dienen zu können, wurden die zu speisenden Locomotiven mit einem mit Gewinde versehenen Hahnstutzen ausgerüstet, der an einer vom Führerstande aus leicht zugänglichen Stelle des Kessels angebracht ist.

Demnächst erschien es, um die Inbetriebsetzung des Pulsometers von der Locomotive aus in kürzester Zeit und in möglichst einfacher Weise bewirken zu können, vortheilhaft, das zum Pulsometer führende Dampfrohr an dem Aus-

leger des Wasserkrahnes entlang zu führen. Hierdurch wurde erreicht, daß mit nur einer Bewegung vom Trittbloch der Maschine aus gleichzeitig der Ausleger des Krahnes und das Dampfrohr in die zur Speisung der Bassins erforderliche Lage oder umgekehrt aus dem frei zu haltenden Profile in die Ruhestellung zurückgedreht werden kann.

Schließlich wurde die Schwierigkeit, welche dadurch entstand, daß die Drehaxe des Druckrohres, welches gleichzeitig die Krahnssäule bildet, nicht mit der Axe des verticalen Theiles des Dampfrohres zusammenfällt, durch Einschaltung zweier Hahngehäuse überwunden, welche in jeder Stellung dem Dampfe freien Durchgang gestatten.

Dem entsprechend haben sich die Details der Construction in der Weise ergeben, wie sie in den Zeichnungen auf Blatt 27 dargestellt sind, und geschieht das Wassernehmen der Locomotiven danach in folgender Weise.

Zunächst wird der Krahn Ausleger vom Trittbloch der Maschine aus herumgedreht und über die Oeffnung des Wasserbassins gestellt, hierauf das am Ende des Auslegers befindliche Dampfrohr durch Einschaltung eines mit Ueberfallmuttern versehenen Zwischenrohres mit dem auf der Locomotive befindlichen Gewindestutzen verkuppelt und der Dampfahn des letzteren geöffnet. Alsdann stellt der Weichensteller oder, wenn dieser anderweitig beschäftigt ist, der Führer resp. Heizer den Pulsometer durch langsames Aufdrehen des Dampfventils an. Das zur Verbindung des Dampfrohres am Krahn Ausleger mit der Locomotive dienende Zwischenrohr ist, damit es für verschiedene Locomotiven resp. verschiedene Stellungen derselben benutzt werden kann, wie die betr. Zeichnung zeigt, in der Mitte getheilt und daselbst mit einem Hahngelenk versehen. Für gewöhnlich bleibt das Zwischenstück am Krahn Ausleger befestigt und wird im Ruhestande durch einen dazu an letzterem angebrachten Haken getragen. Nach Beendigung des Wassernehmens wird das Zwischenrohr von der Locomotive wieder abgeschraubt, und der Krahn Ausleger bis auf die, auf dem Dache der Bude befindliche Stütze zurückgedreht.

Statt der Ueberfallmuttern würde sich auch die Anbringung eines Bajonetverschlusses mit conischer Dichtungsfläche empfehlen.

Um das Einfrieren der am unteren Ende in einer Stopfbüchse drehbaren Krahnssäule zu vermeiden, ist in letzterer seitlich eine Oeffnung angebracht, welche beim Herumlegen des Krahnes nach gemachtem Gebrauch mit einem an dem Stopfbüchsengehäuse angeschraubten Röhrchen communicirt, durch welches dann das in der Säule stehen gebliebene Wasser in den Brunnen zurückfließen kann.

Ferner ist, um die bei den einzelnen Pulsationen auftretenden Stöße des Wassers unschädlich zu machen, die Krahnssäule über das horizontal liegende Ausgußrohr hinweg verlängert und am oberen Ende durch einen mit Gewinde versehenen Zapfen geschlossen, welcher gleichzeitig zur besseren Führung der Krahnssäule benutzt ist.

Der hierdurch gebildete Windkessel nimmt, wie sich bei der Inbetriebsetzung der Anlage gezeigt hat, die Stöße des Wassers im Druckrohr auf, so daß ein ununterbrochenes Ausströmen der geförderten Wassermenge stattfindet. —

In allen Stücken ist bei der ganzen Einrichtung darauf geachtet, daß sie erforderlichen Falles leicht auseinandergenommen und an einer anderen Stelle, wo ein Brunnen

vorhanden ist, in dem Zeitraum von wenigen Stunden wieder zusammengestellt werden kann; es dürfte sich dieselbe daher nicht nur für regelmäßig betriebene Eisenbahnstrecken, besonders für Secundärbahnen in Gegenden, in welchen die Wasserverhältnisse nicht zu ungünstig sind, sondern vorzugsweise auch für Feldeisenbahnen eignen, bei denen es häufig darauf ankommt, in kürzester Zeit eine derartige Anlage in's Werk zu setzen.

Die Kosten der auf Bahnhof Schmiedeberg ausgeführten Anlage betragen:

1) für den Brunnen	180 M.
2) für den Pulsometer Nr. 4 incl. Montage	400 „
3) für die complete Krahnanlage mit Sauge-, Druck- und Dampfrohrleitung incl. Montage	500 „
4) für die Bude von Wellblech mit Ausrüstung, aus einem eisernen Ofen mit Röhren, Schutzblechen, einem Klapp Tisch, einer Kastenpritsche und Ventilationsvorrichtung bestehend	550 „
5) für kleinere Arbeiten am Verbindungsrohr und Nacharbeiten	70 „

Hiernach stellten sich die Gesamtkosten auf 1700 M., eine Summe, für welche sich bisher wohl auch die bescheidensten Wasserstationen nicht haben herstellen lassen.

Zu bemerken bleibt jedoch noch, daß der Pulsometer anfänglich über dem Fußboden aufgestellt war und daß die ersten Versuche damit nicht nach Wunsch ausfielen. Dieselben ergaben pro Minute:

	Förderung:	Anzahl der Pulsationen:
bei Versuch 1	193 l Wasser	44
- - 2	205 - -	43
- - 3	234 - -	45
- - 4	280 - -	39

Diese wenig günstigen Resultate veranlaßten, den Apparat näher zu untersuchen, und stellte sich dabei heraus, daß die Ventilkappen nicht ordentlich schlossen, ferner daß bei Herstellung des Verbindungsstückes für die Dampfleitung in dem Hahngelenk insofern ein Fehler begangen war, als man unterlassen hatte, den Dampfcanal in dem Hahngehäuse concentrisch herum zu führen. In Folge dessen war bei der Biegung dieses Verbindungsstückes theilweise die Dampfzuleitung versperrt worden, so daß der erforderliche Dampf nicht zum Apparat gelangen konnte.

Nachdem diese Uebelstände beseitigt und außerdem der Pulsometer, wie die links neben dem Schnitt *AB* stehende Zeichnung angiebt, in dem Brunnen um 1,75 m unter seinem früheren Aufstellungspunkt angebracht war, weil sich der Grundwasserspiegel inzwischen sehr gesenkt hatte, wurden die Versuche wieder aufgenommen.

Beim ersten Versuche wurden nun in 6 Minuten à 53 Pulsationen 1,875 cbm, also in 1 Minute 312 l, und beim zweiten Versuche in 5 Minuten à 60 Pulsationen 1,612 cbm oder in 1 Minute 322 l Wasser in das Tenderbassin der Locomotive gefördert.

Trotzdem beide Versuche schon als recht günstig bezeichnet werden konnten, wurde doch die Anlage nochmals unter Heranziehung des Monteurs des Pulsometerlieferanten einer genauen Revision unterzogen, und wurden noch einige kleine Nacharbeiten an den Sternen, welche den Hub der Klappen

im Pulsometer begrenzen, und an der Dampfvertheilungsklappe desselben vorgenommen. Hiernach lieferte der Pulsometer bei 65 Pulsationen pro Minute 345 bis 375 l Wasser, je nachdem die Saughöhe im Brunnen variierte.

Dieses Resultat war nach allen Seiten hin zufriedenstellend, und ist die Wasserstation nunmehr seit dem 15. Mai d. J. ununterbrochen im Betriebe.

Es nehmen z. Z. 2 Tendermaschinen täglich 3 mal Wasser, und haben sich Uebelstände bisher nicht gezeigt.

Während des Wassernehmens wird von dem Locomotivpersonal gleichzeitig das Reinigen des Aschkastens, das Abölen der Locomotive etc. besorgt, und ist zu diesem Zwecke vor der Weichenstellerbude eine Aschgrube angelegt.

Wie in der Zeichnung angedeutet, ist bei der Anlage auch Rücksicht auf einen später zu erbauenden Locomotivschuppen genommen; es würde dann nach Entfernung der Wärterbude der Brunnen mit dem Pulsometer innerhalb des Schuppens zu liegen kommen und der Wasserkrahn mit Leichtigkeit an der Wand befestigt werden können.

Liegt der Wasserspiegel im Brunnen tiefer, als bei der vorbeschriebenen Anlage, so kann der Pulsometer ebenso gut in der entsprechenden Tiefe in dem Brunnen aufgestellt und das Dampfrohr mit dem Steigerrohr entsprechend verlängert werden. Die Ermittlungen, welche in den Jahren 1877 und

1878 im Bereiche des Königl. Eisenbahn-Betriebs-Amtes Görlitz angestellt worden sind, haben ergeben, daß Pulsometer am vortheilhaftesten arbeiten, wenn der Wasserspiegel im Brunnen möglichst constant bleibt.

Bei rationeller Anwendung dieser Apparate und Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse dürfte die Verwendung derselben immer größere Dimensionen annehmen. In der That läßt der Umstand, daß sich im Laufe der letzten Jahre eine ganze Reihe von Firmen mit der Herstellung solcher Apparate beschäftigt, wohl den Schluß gerechtfertigt erscheinen, daß Pulsometeranlagen in vielen Fällen als sehr empfehlenswerthe Wasserhebwerke betrachtet werden können.

Nicht minder könnte durch dieselben dem Bedürfnis für eine große Anzahl von Wasserstationen auch auf Vollbahnen Genüge geleistet werden, besonders da, wo Tag und Nacht Reservemaschinen im Dampf stehen, welche oft stundenlang unbeschäftigt sind und während dieser Zeit ohne großen Kostenaufwand, besonders ohne Anlage und Abwartung von Dampfkesseln und unter gänzlichem Wegfall der Dampfpumpen mit ihren nicht unbedeutenden Unterhaltungskosten, die event. aufzustellenden Wasserbottiche mit dem nöthigen Vorrath versehen können.

Suck.

Resultate der Beobachtungen über Regenfall und Wasserablauf in dem Westfälischen Becken während der 15jährigen Periode von 1866 bis 1880.

(Mit einer geologischen Uebersichtskarte auf Bl. 28 im Atlas.)

Beschreibung des Beckens.

Die östliche und namentlich die südliche Hälfte Westfalens ist gebirgig und steht mit den mitteldeutschen Gebirgsländern im Zusammenhange. Die Gebirge im Süden haben den Charakter eines Plateaus, in welches außerordentlich viele und tiefe Erosionsthäler, welche sich meist zum Ruhrthale hin öffnen, eingerissen sind. Die größte Erhebung wird erreicht im kahlen Astenberge in einer Höhe von rund 850 m Meereshöhe. Im Osten im Eggegebirge und namentlich im Norden im Teutoburger Waldgebirge und im Wesergebirge treten die Erhebungen als langgestreckte Wallgebirge auf. In diese Erhebungen hinein erstreckt sich meerbusenartig eine Ebene, welche von den Geognosten der alte Meerbusen von Münster und Paderborn, oder kurzweg das Westfälische Becken genannt wird, indem dieselbe den größten Theil des mittleren Westfalens einnimmt. Der Busen ist gegen die Niederlande und das Meer hin, welches, wenn man den Zuyder See dazu rechnet, nur 80 km davon entfernt liegt, 100 km weit geöffnet. (Die Entfernung von der Nordsee beträgt 160 km.)

Das südliche, gerade von Westen nach Osten streichende Ufer des Beckens ist 140 bis 150 km, das östliche von Norden nach Süden streichende 40 km und das nordwestliche, in seinem westlichen Theile mehr westwärts gebogene Ufer ca. 130 km lang.

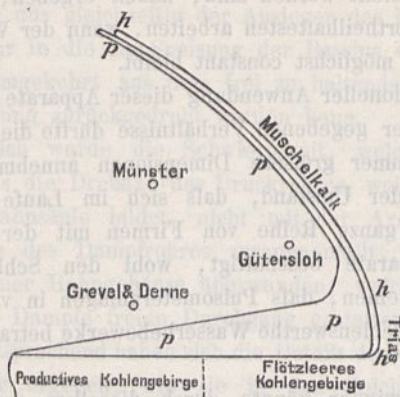
Die Höhe der Umwallung des Beckens steigt südlich von Mülheim a/Ruhr, nördlich von Rheine bis zum Ostende des Busens, und giebt die folgende Reihe in runden Zahlen die Haupthöhen des Rückens:

Südstrand	{	Mülheim a/Ruhr	40 m 0 A. P.
		Bochum	79 m "
		Clus bei Unna	192 m "
		Haarstrang bei Soest	282 m "
		Haarstrang bei Erwitte	338 m "
Ostrand	{	Essentho	418 m "
		Karlsschanze	417 m "
		Rücken bei Altenbeken	420 m "
		Velmerstrot	452 m "
Nordrand	{	Oerlinghauser Windmühle	287 m "
		Rücken bei Dissen	310 m "
		Dörenberg	342 m "
		Rücken bei Lienen	194 m "
		Tecklenburg	242 m "
		Rücken bei Bevergern	94 m "
		Ebene in der Nähe	47 m "

Das Becken ist auf seinem Boden durch eine diluviale oder alluviale, sanft von 25 bis 35 m im Westen, auf etwas über 100 m im Osten ansteigende Ebene angefüllt, in der sich inselartig mälsige Hügel der jüngeren Kreideformation erheben. Den Südrand des Beckens begrenzt das productive und das flözleere Kohlengebirge, den Ostrand die Formation der Trias, vorwiegend der Keuper und bunte Sandstein, den Nordwest- und Nordrand die größtentheils der Muschelkalkformation und später dem Wealden angehörende nördliche Parallelkette des Teutoburger Waldes.

Auf diese Formationen lehnt sich der Rand des Beckens, welcher der älteren Kreideformation, und zwar im Norden

und Osten dem Hilssandstein und darüber dem Plänerkalk, im Süden ganz dem Plänerkalk angehört.



Während im Teutoburger Walde der Plänerkalk und Hilssandstein oder der Flammenmergel je eine schmale Parallelkette des Gebirges bilden, breitet sich im östlichen Theile des Busens der Pläner, aus der Diluvialebene sanft ansteigend, plateauartig aus, und behält der Südrand des Beckens diesen zum Becken sanft geneigten plateauartigen Charakter, indem er nach Westen hin an Höhe und Breite stetig abnimmt; dieser Südrand des Beckens ist unter dem Namen des Haarstranges bekannt. Bei der Darstellung der einzelnen Flußgebiete wird der Einfluss, welchen das Plänerplateau auf die Wasserführung der Lippe hat, näher beschrieben werden.

Das Westfälische Becken gehört nun nicht, wie man vermuthen sollte, einem Sammelgebiete an; die Vertheilung der kleinen Erhebungen des jüngeren Mergels sondert vielmehr dasselbe in eine Anzahl kleiner Flußgebiete:

im Süden: Rheingebiet,

das Gebiet der Emscher, innerhalb des Beckens 13 □ Meilen groß,

das Gebiet der Lippe, 84 □ Meilen;

im Westen: Gebiet des Zuyder Sees,

Yssel, 5 □ Meilen,

Bochholter Aa, 8 □ Meilen,

Berkel, 6,7 □ Meilen,

Ahauser Aa, 2,9 □ Meilen,

Dinkel, 3,5 □ Meilen,

Vechte, 7,4 □ Meilen;

im Norden: Gebiet der Nordsee,

die Ems, innerhalb des Beckens 65,5 □ Meilen groß.

Sämmtliche Flüsse sind Gewässer der Ebene und als solche mit mäligem Gefälle ausgestattet.

Wegen der Nähe des Meeres und der zum Meere gerichteten Oeffnung des Westfälischen Busens nimmt derselbe, wenn auch nur im mäligem Grade, an den Verhältnissen des Küstenklimas Theil, und ergibt sich daraus für den westlichen und nordwestlichen Theil Westfalens ein ziemlich feuchtes Klima mit häufigem Nebel und ziemlich regelmäßig vertheilten Niederschlägen. Plötzliche, außergewöhnlich große Regenfälle kommen selten vor.

Beobachtungsstationen.

Die Regelmäßigkeit in den klimatischen Verhältnissen eröffnete hier ein günstiges Operationsfeld, um Beobachtungen sowohl über die Mengen der atmosphärischen Niederschläge, als auch über die Quantität des zur Verdunstung resp. zum Abfluß gelangenden Theiles derselben anzustellen.

Da diese regelmässigen Beobachtungen bereits eine Periode von 15 Jahren hinter sich haben, so ist dieser Zeitraum für hinreichend groß erachtet, um vorläufige Resultate zu ziehen. Die genauere Feststellung und Berichtigung der Resultate bleibt der Fortsetzung der Beobachtungen vorbehalten, und wird beabsichtigt, von jetzt ab alle 5 Jahre die Resultate der Untersuchungen festzustellen, zu veröffentlichen und zur Berichtigung der bereits gewonnenen Resultate zu benutzen.

Die Bestimmung der täglichen Regenmengen fanden statt:

- an der meteorologischen Beobachtungsstation zu Münster, früher unter Aufsicht des verstorbenen Professors Dr. Heifs, gegenwärtig unter der des Herrn Prof. Dr. König,
- an der Beobachtungsstation zu Gütersloh, geführt von dem Sanitätsrath Herrn Dr. Stohlmann,
- an der Beobachtungsstation zu Kirchderne, geführt von dem Lehrer Herrn Nordhoff,
- an der Beobachtungsstation zu Grevel, geführt von dem Gutsbesitzer Herrn Alberti.

Wenn man die beiden letzten Stationen, welche nur 4 km von einander entfernt liegen, als eine einzige, sich gegenseitig ergänzende auffasst, so findet eine regelmässige Vertheilung der 3 Stationen im Becken statt, von denen die nördlichste, Münster, 45 km von Grevel und 63 km von Gütersloh, die östliche, Gütersloh, 86 km von der westlich gelegenen Station Grevel entfernt liegt.

Münster liegt ca. 62 m, Gütersloh ca. 76 m, Grevel ca. 78 m und Kirchderne ca. 74 m über dem mittleren Meeresspiegel.

Die Regenhöhen werden täglich in geeigneter Weise durch Regenmesser in pariser Zollen resp. Millimetern bestimmt und in Zeitabschnitte von 5 zu 5 Tagen zusammengefaßt.

Das meteorologische Jahr läuft vom 1. December bis zum 30. November des nächsten Jahres.

Schwieriger war es, geeignete Stationen zur Bestimmung der zum Abfluß gelangenden Wassermengen, welche durch Messung des Ablaufes in den Flüssen erfolgen mußte, aufzufinden. Um zu sicheren Resultaten zu gelangen, war eine Stelle des Flusses auszuwählen, an welcher die größtmögliche Regelmäßigkeit in den Abflußverhältnissen ohne erhebliche Störung durch Wehre und Mühlen stattfand. Es konnten daher, nachdem die an mehreren kleinen Flüssen eingerichteten Stationen wegen der unvermeidlichen Mühlenstauung zu unregelmässige Ergebnisse lieferten und in Folge dessen aufgegeben werden mußten, nur Flußläufe von solcher Größe ausgewählt werden, bei denen derartige Hindernisse nicht mehr von Einfluß waren; die an den kleineren Flüssen gesammelten Beobachtungen können daher nur bei Bestimmung der Fluth und Maximal-Wassermengen, nicht aber der kleinen und Mittel-Wassermengen Verwerthung finden.

Bestimmung der in den Flüssen zur Abführung gelangenden Wassermengen.

Die Bestimmung der Wassermengen erfolgt in folgender Weise:

An dem dazu ausersehenen Punkte des Flusses ist ein Pegel aufgestellt, nach welchem die Wasserstände täglich 1- bis 2 mal abgelesen und notirt werden. Gleichzeitig wird

dort ein auf längerer Strecke regelmäßiges Flußprofil mit gleichmäßigem Gefälle und den erforderlichen Eigenschaften zur bequemen Messung bei Niedrigwasser und Hochwasser ausgesucht und ein passender Querschnitt genau aufgenommen. Die secundliche Geschwindigkeit des durchfließenden Wassers wird innerhalb dieses Querschnittes mit dem Woltman'schen Flügel an so vielen Stellen und Abschnitten bestimmt, als zur Erreichung möglichst genauer Resultate erforderlich erscheint, oder die Wasserstandsverhältnisse es gestatten. Aus diesen localen Geschwindigkeitsmessungen wird die mittlere Geschwindigkeit im Querprofile abgeleitet, und ergibt dieselbe, multiplicirt mit dem Querschnitte, die durchfließende Wassermenge pro Secunde. Für die nicht zu bestimmende geringe Geschwindigkeit an dem benetzten Umfange oder in sonst schwer zugänglichen Profiltheilen werden je nach den Verhältnissen resp. der größeren oder geringeren Regelmäßigkeit des Profiles von dem Gesamtergebnisse 5 bis 12 % in Abzug gebracht.

Diese Messungen werden bei den verschiedenen Wasserständen vom kleinsten Niedrigwasser bis zu den Hochwassern bei constantem, bei steigendem und fallendem Wasser wiederholt vorgenommen, und erhält man dadurch eine Reihe von Werthen, welche nahe genug liegen, um für jeden zwischenliegenden Pegelstand die zugehörige Wassermenge interpoliren zu können. Es werden nämlich sämtliche direct gemessene Resultate, die Pegelstände als Abscissen, die zugehörigen Wassermengen als Ordinaten, aufgetragen und zwischen den Endpunkten der Ordinaten hindurch wird dann eine regelmäßige Curve so gelegt, daß dieselbe sich überall jenen möglichst nahe anschließt. Die Mittelung zwischen den verschiedenen Werthen bei gleichen Wasserstandshöhen und die Interpolation für die Höhen, welche nicht direct gemessen sind, findet unter Berücksichtigung der Werthe der einzelnen Beobachtungen graphisch statt. Die Curve hat, wenn zur Beobachtung ein regelmäßiges Profil ausgewählt ist, welches bei höheren Wasserständen keine abnorme, plötzliche Erweiterung erfährt, eine regelmäßige Gestalt.

Durch das beschriebene Verfahren wird auch zwischen der reichlicheren Wassermenge des steigenden und der geringeren des fallenden Wassers bei sonst gleichen Wasserstandshöhen das Mittel gezogen.

Nach den täglich stattfindenden Pegelbeobachtungen wurden demnächst die pro Secunde täglich zum Abflusse gelangenden Wassermengen durch Ablesen an der Curve bestimmt. Selbstverständlich besitzen die Formen des Flußbettes und Gefälleverhältnisse an der Beobachtungsstelle keine derartige Stabilität, daß die einmalige Bestimmung der Curve der ganzen Beobachtungsperiode zur Grundlage dienen konnte, es sind daher in der ganzen Zeit die Profil- und Geschwindigkeitsmessungen fortgesetzt und die Curve in Folge der aufgefundenen Abweichungen, welche durch Austiefung der Flußsohle oder sonstige Veränderungen veranlaßt wurden, berichtigt.

Die so erhaltenen Resultate können allerdings auf absolute Richtigkeit keinen Anspruch erheben — solche läßt sich bei größeren Flüssen wohl niemals erreichen —, indessen sind die gewonnenen Resultate genau genug, um geeignet zu sein, bei den Projecten für Flußregulirungen, Ent- und Bewässerungsanlagen, den Bestimmungen von

Brückenweiten u. s. w. eine genügende Grundlage zu bilden.

Die Wassermessungen wurden in folgenden Flüssen angestellt:

a) in der Emscher

vom Jahre 1866 bis 1870 bei Herne, bei einem Sammelgebiete von 5,62 Quadratmeilen oder rund 319 Quadratkilometer. Die Störungen, welche durch Verkräutung des Flußbettes verursacht wurden, veranlaßten, daß die Station weiter stromab nach Prosper verlegt wurde, wo der Fluß ein Sammelgebiet von 11,63 Quadratmeilen oder 660 qkm erlangt hat, und jene Störungen nicht von Belang sind. Die Beobachtungen erfolgten dort seit 1874 bis heute. Das Sammelgebiet der Emscher liegt zum größten Theile an der Abdachung des Haarstranges auf Lehm- und Mergelthonboden. Auf der linken Thalseite ist das Terrain hügelig und mit gutem Gefälle versehen, auf der rechten Seite tritt die Hügelform mehr zurück und breitet sich in der Nähe des Flusses eine größere, gefällearme Niederung aus. In Folge des lebhaften Betriebes der Kohlenbergwerke im Emscherthale bewirken die vielfach an die Oberfläche gepumpten Grubenwasser eine Vermehrung der unter gewöhnlichen Verhältnissen von dem Flusse geführten Wassermenge, welche jedoch in ihrer Gesamtmenge nur bei Niedrig- und Mittelwasser von wahrnehmbarem Einflusse ist. Im Uebrigen ist der Emscherfluß der Repräsentant eines Flusses der Ebene, dessen Seitenzufüsse mit stärkerem Gefälle ausgestattet sind.

b) in der Ems

vom Jahre 1866 bis 1881 bei Greven bei einem Sammelgebiete von 49,77 Quadratmeilen oder 2824 qkm. Unter den westfälischen Flüssen besitzt die Ems den regelmäßigsten Charakter eines Flusses der norddeutschen Tiefebene. Das Sammelgebiet ist im Ganzen eben und gefällearm zu nennen, und ändern die Zuflüsse vom Teutoburger Walde, welche nur auf kurzer Strecke im oberen Theile mit starkem Gefälle ausgestattet sind, dann aber auf ausgedehntem Laufe die mehr das Wasser zurückhaltende als schnell abführende Diluvialsandebene betreten, nicht diese Eigenschaft. Das Sammelgebiet besteht zu ca. $\frac{2}{3}$ aus Diluvial-Sandboden und Alluvialboden, in den Flußthälern aus alluvialen Lehm Boden mit jedem Grade der Sandbeimischung. Die an der Ems gewonnenen Resultate haben daher vorzüglich Geltung für gefällearme Flußläufe, deren Sammelgebiet größtentheils aus Sand und Heideboden besteht.

c) in der Lippe.

1. Beobachtungsstation Benninghausen bei 33,2 Quadratmeilen oder 1884 qkm Sammelgebiet. — Seit 1867 bis 1881 beobachtet.

2. Beobachtungsstation Lünen bei 49,4 Quadratmeilen oder 2803 qkm Sammelgebiet. — Seit 1867 bis 1878 beobachtet.

Wegen Erneuerung und Senkung des Pegels zu Lünen im Jahre 1878 mußte zur Berechnung der Wassermengen eine neue Curve gebildet werden, wozu die erforderlichen Messungen und Berechnungen seither gesammelt werden; die Resultate seit 1878 können daher erst später mitgetheilt werden.

Das Sammelgebiet der Lippe, welches im oberen Theile fast ganz auf dem linken Ufer des Flusses liegt, besteht

vorzüglich in der aus Plänerkalk und dem Mergelboden der jüngeren Kreide bestehenden Abdachung des Haarstranges. Im unteren Theile, von Hamm abwärts, wird Sandboden mehr vorherrschend, und gewinnt auch das Sammelgebiet auf dem rechten Ufer an Ausdehnung.

Die Lippe besitzt bei ihrem Ursprunge in den Pader- und Lippequellen eine außerordentliche Speisung an ständigem, auch in den dürrsten Jahren nur mäßig abnehmendem Quellwasser. Der Fluß beginnt daher mit einer größeren Wassermenge, als man nach seinem oberirdischen Sammelgebiete erwarten sollte. In dem südöstlichen Winkel des Westfälischen Beckens breitet sich der Plänerkalk, welcher am Teutoburger Walde nur einen schmalen Grenzwall bildet, zu einem weiteren Plateau von 25 km größester Breite bei Paderborn aus. Je weiter nach Westen, desto mehr nimmt die Breite des Pläners ab, bei Soest auf 10 km, bei Dortmund auf ca. 2 km. In dem östlichen breiteren Plateau, welches die Quellen der Lippe speist, hat der Pläner durchgehends Risse und Spalten, welche tief in das Gebirge reichen; die Humusdecke auf der Oberfläche ist meist schwach, also nicht im Stande, viel Wasser aufzunehmen und der Vegetation und Verdunstung zuzuführen. Die atmosphärischen Niederschläge dringen daher, ohne daß sie stark verdunsten können, rasch in das Gebirge ein, werden in dessen Spalten und Höhlen wie in den Poren eines Schwammes zurückgehalten und in stetigem, langsamem Zufusse den Quellen der Lippe, Pader und Heder am Rande des Pläners, wo derselbe in die Diluvial- und Alluvialebene untertaucht, zugeführt. Hieraus erklärt sich die außergewöhnliche Reichhaltigkeit und Stetigkeit der Quellen und der dauernde größere Wasserreichthum der oberen Lippe. In der Beobachtungsreihe an der Lippe bei Benninghausen macht sich diese Erscheinung durch die reichlichen Mittel- und Niedrigwasser geltend. Bei Benninghausen erhält die Lippe noch $\frac{3}{5}$ bis $\frac{2}{3}$ ihrer Speisung aus dem Pläner.

Die Beobachtungsreihe von Benninghausen mußte daher bei Zusammenstellung der Gesamtergebnisse, welche die verallgemeinerten, angenäherten Verhältnisse und Werthe für die norddeutsche Tiefebene angeben sollen, außer Rechnung gelassen werden. An der zweiten Station, bei Lünen, hat das Sammelgebiet der Lippe sich unterdessen innerhalb der gewöhnlichen Diluvial-, Alluvial- und jüngeren Kreideformationen des Westfälischen Beckens so vergrößert, daß die Einflüsse der Quellen die Resultate nicht mehr in so merkbarer Weise alteriren.

Die Folgerungen, welche aus den Beobachtungen an der Lippe gezogen werden, lassen sich auf Flüsse anwenden, welche im Allgemeinen der Ebene angehören, deren Sammelgebiet aber zu $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ in gebirgigem Terrain liegt.

Grundlagen für die Vergleichung der Resultate der Wassermessungen und der Niederschlagsmengen.

Das meteorologische Jahr läuft, wie schon oben bemerkt, vom 1. December bis 30. November des folgenden Jahres; das Jahr für die Bestimmung der Abflusssmengen ist aber, da in landwirthschaftlicher und wasserwirthschaftlicher Beziehung der November eher zum Winterhalbjahre und der Mai zum Sommerhalbjahre gerechnet werden muß, vom 1. November bis zum 31. October des folgenden Jahres angenommen, und umfassen die Monate vom 1. November

bis zum 30. April die Wintermonate und die Monate vom 1. Mai bis zum 31. October die Sommermonate. Daß die fraglichen Zeitabschnitte, die meteorologischen und landwirthschaftlichen, sich nicht decken, ist für die nachfolgende Darstellung von keinem Einflusse, weil die Resultate aus den einzelnen Monatsmitteln gezogen sind.

Um beiden Beobachtungen eine einheitliche Grundlage zu geben, ist sowohl die Abflussmenge der Flüsse auf die Secunde und Quadratmeile resp. Quadratkilometer mittelst Division der ganzen Abflusquantität durch die Größe des Sammelgebietes reducirt, als auch das Quantum des in der gleichen Zeit beobachteten Regenfalles gleichmäßig in derselben Zeit ablaufend für die Secunde und Quadratmeile resp. Quadratkilometer berechnet, so daß die Differenz zwischen dem Abfluß und dem Regenfall die gleichzeitige Verdunstung, Versickerung und Consumption durch Vegetation in sich begreift.

Von den auf Grund der Beobachtungen zusammengestellten tabellarischen Nachweisungen werden hier in dem Nachfolgenden von den ersten sechs Tabellen nur die Erläuterung derselben und die sich aus ihnen ergebenden Resultate, im Uebrigen auch die Tabellen selbst (s. S. 67—74) mitgetheilt.

A. Regenfall.

In der Tabelle 1 sind die monatlichen Niederschlagsmengen, auf die Secunde und Quadratmeile resp. Quadratkilometer reducirt, von sämtlichen Stationen, Münster, Gütersloh, Grevel und Kirchderne, für den Zeitraum 1866/80 zusammengestellt und gemittelt worden. Ebenso ist das Gesamtmittel der 6 Winter- und 6 Sommermonate angegeben.

Es ergibt sich als Resultat, daß die Niederschlagsmenge der 6 Sommermonate vom 1. Mai bis 31. October die Wassermenge der Wintermonate um rund 25 % übersteigt, daß namentlich die Monate Juni, Juli und August, jedenfalls in Folge häufiger Gewitterschauer, sich an diesem Plus hervorragend betheiligen, und daß die Wintermonate vom November bis zum Mai eine stetige Abnahme aufweisen, so daß der April die geringsten Niederschlagsmengen bringt, welche in einzelnen Jahren (1869 und 1875) bis zu rund 20 % der mittleren Werthe herabsinkt.

In der Tabelle 2 sind die jährlichen Regenhöhen des meteorologischen Jahres in Pariser Zollen und Millimeter und die Regenmengen auf die Secunde und Quadratmeile resp. Quadratkilometer reducirt für die 4 Stationen angegeben, und sind hier die Beobachtungen, soweit sie aus früheren Zeiten zugänglich waren, mit aufgenommen worden, so von Münster von 1819/32 und 1853/80 und von Kirchderne von 1856 ab. Gleichzeitig sind in dieser Tabelle die täglichen Regenhöhen und die daraus resultirenden Wassermengen derjenigen allgemeinen Regenfälle, welche eine bedeutende Hochwasseranschwellung in den Flüssen hervorriefen, mit Zeitangabe eingetragen. Die darnach beobachtete größte Regenhöhe beträgt aus der früheren Zeit am 22./7. 1859 zu Münster 2,88 Par. Zoll innerhalb 24 Stunden, oder, der Ablauf der Wassermenge auf diese Zeit vertheilt, 51,2 cbm pro Secunde und Quadratmeile oder 900 l pro Secunde und Quadratkilometer; aus der Beobachtungsperiode 1866/80 zu Grevel am 5./11 1868 1,983 Par. Zoll oder 35,2 cbm pro Secunde und Quadratmeile oder 619 l pro

Secunde und Quadratkilometer; zu Kirchderne wurde am 8. Juli 1871 ein bedeutender Regenfall beobachtet, welcher in einer Stunde 0,72 Par. Zoll Regenhöhe brachte. Sowohl der Regenfall vom 22./7 1859 in Münster, als auch der letztgenannte zu Kirchderne werden locale Gewitterregen gewesen sein, namentlich da bei letzterem in dem 4 km entfernt gelegenen Grevel kein außergewöhnlicher Regen beobachtet wurde.

Aus der Gegenüberstellung der Tage außergewöhnlicher Niederschläge, welche nicht aus localen Gewitterschauern bestehen, sondern sich über das ganze Becken vertheilten, geht fast ausnahmslos die Thatsache hervor, daß der Regen, der zeitigen Windrichtung entgegengesetzt, im Osten zuerst beginnt und nach Westen zurückschreitet, so daß der Eintritt außergewöhnlicher Regenfälle in Gütersloh zuerst, demnächst in Münster und zuletzt in Grevel und Kirchderne mit einem Zeitintervalle bis zu einem Tage beobachtet wird.

In der Tabelle 3 ist das Jahresmittel der Niederschlags-Höhen und -Mengen aus den verschiedenen Zeitperioden von 1819 bis 1832, von 1853 bis 1880 und von 1866 bis 1880 zusammengestellt; letztere Periode ist besonders behandelt, weil sowohl von 1866 ab die Zahl der Beobachtungsstationen vermehrt wurde, als auch die gleich-

	Regentage im Jahre im Mittel	größte Anzahl pro Jahr	kleinste Anzahl pro Jahr
in der Periode von 1819/32 = 14 Jahre . . .	166,1 Tage	197 Tage	141 Tage
" " " " 1853/64 = 12 " . . .	175 "	211 "	129 "
" " " 1819/32 und 1853/64 = 26 Jahre	170,2 "	211 "	129 "

Die Zahl der Regentage reicht daher nahe an die Hälfte des Jahres.

Die Differenzen in den beobachteten Regenhöhen an den verschiedenen Stationen zu derselben Zeit werden namentlich in den Sommermonaten in der unregelmäßigen Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge zu suchen sein; auch in den Wintermonaten wird wohl selten ein gleichmäßig starker Niederschlag im ganzen Westfälischen Becken erfolgen, da die Höhenlage und die locale Lage der verschiedenen Stationen nicht ohne Einfluß sind. So wurde in dem niedriger in der Ebene gelegenen Münster eine geringere Regenhöhe beobachtet, als in dem 14 m höher, 2 Meilen westlich vom Teutoburger Walde gelegenen Gütersloh, und in dem 16 m höher in der Nähe des Haarstranges gelegenen Grevel.

B. Abfluß in den Flüssen.

In der Tabelle 4 sind die mittleren, monatlichen Wassermengen, welche in der 15jährigen Periode 1866/80 in den Flüssen

- Emscher bei Herne,
- Emscher bei Prosper,
- Lippe bei Benninghausen,
- Lippe bei Lünen und
- Ems bei Greven

als wirklich zum Abfluß gelangt beobachtet wurden, pro Secunde und Quadratmeile angegeben. Gleichzeitig ist dort das Mittel aus den Sommer- und Wintermonaten und das Jahresmittel gezogen.

In der Tabelle 5 sind die in den einzelnen Monaten beobachteten größten und geringsten Wasserführungen an

zeitigen Wassermessungen in Parallele stehen. Die Differenzen der Mittel sind nicht sehr groß. Ferner sind die Jahre außergewöhnlicher Dürre, welche eine Regenhöhe von 600 mm pro Jahr nicht erreichten, und die Jahre außergewöhnlicher Nässe, welche die Höhe von 800 mm überschritten, aufgezählt.

Seit 1853 blieben nur 4 Jahre unter 600 mm, und zeichnet sich darunter als niedrigstes das Jahr 1858 mit 356 mm Regenhöhe oder 0,642 cbm Niederschlag pro Secunde und Quadratmeile oder 11,3 l pro Secunde und Quadratkilometer aus. In 11 Jahren wurde die Höhe von 800 mm überschritten, und wurde die größte im Jahre 1878 mit 1025 mm Höhe oder 1,848 cbm pro Secunde und Quadratmeile oder 32,5 l pro Secunde und Quadratkilometer beobachtet. Die niedrigste beobachtete jährliche Regenmenge steht zu der größten im Verhältnisse von 1 : 3.

Aus der geringen Differenz zwischen den minimalen und maximalen Regenhöhen geht hervor, daß, wie schon Eingangs bemerkt ist, das Westfälische Becken sehr gleichmäßige und constante Feuchtigkeits- und Niederschlagsverhältnisse besitzt. Bedeutende Regenfälle kommen selten vor, jedoch ist die Zahl der Regentage eine sehr große. Es wurden beobachtet

Regentage im Jahre im Mittel	größte Anzahl pro Jahr	kleinste Anzahl pro Jahr
166,1 Tage	197 Tage	141 Tage
175 "	211 "	129 "
170,2 "	211 "	129 "

jeder der vorbezeichneten Stationen zusammengestellt, und ist in den letzten Columnen das Maximum und Minimum der Wasserführung innerhalb des Jahresabschnittes sowohl für die Winter- als Sommermonate angegeben.

In der Tabelle 6 (a, b, c, d und e) sind die Resultate der Wassermessungen resp. das Mittel aus der 15jährigen Beobachtungsperiode sowohl für die einzelnen Monate als auch für die Winter- und Sommermonate und für das Jahr gezogen. Es sind dort zwei gemittelte Werthe angegeben: Mittel I, wirkliches Mittel, erhalten durch einfache Addition und Division durch die Zahl der Jahre, und Mittel II, welches in derselben Weise nach vorheriger Streichung der größten und niedrigsten beobachteten Wassermenge, in der Periode gebildet wurde. Letzteres erfolgte, damit nicht der wirkliche Mittelwerth durch außergewöhnliche Dürre oder Nässe in ungehöriger Weise beeinflusst werden konnte.

In den letzten Columnen derselben Tabelle ist das wirkliche und das mittlere Minimum und Maximum sowohl für die Winter- als auch Sommermonate getrennt für die Beobachtungsperiode angegeben. Das wirkliche Minimum und Maximum ergibt sich einfach aus den Beobachtungen, das mittlere Minimum und Maximum wurde aus der Summe der in Tabelle 5 enthaltenen beobachteten Jahres-Minima und -Maxima dividirt durch die Zahl der Jahre erhalten.

In Tabelle 7 sind die Mittelwerthe des Abflusses der Beobachtungsperiode aus den sämtlichen Beobachtungsstationen für die einzelnen Monate, für die Sommer- und Wintermonate und für das Jahr gebildet. Es mußte dabei aus den schon oben angegebenen Gründen die Beobachtungsreihe für Benninghausen ausgeschieden werden.

Der Abfluß in den Sommermonaten beträgt danach nur $27\frac{1}{2}\%$ desjenigen der Wintermonate, und der August und der September traten als Monate des geringsten Wasserabflusses mit 0,224 resp. 0,227 cbm pro Secunde und Quadratmeile oder mit 43 % des Jahresmittels auf. In den Wintermonaten führt der Februar das meiste Wasser mit 0,997 cbm pro Secunde und Quadratmeile oder mit 190 % des Jahresmittels ab. Ferner sind in derselben Tabelle die aus Tabelle 1 entnommenen gleichzeitigen Regenmengen gegenübergestellt, und sind darunter die Procentwerthe der vom Regen zum Ablauf oder zur Verdunstung etc. gelangenden Wassermengen angegeben.

Während in den Wintermonaten bei 1,20 cbm mittlerem Regenfälle der Ablauf 0,784 cbm beträgt, stellt sich in den Sommermonaten bei 1,470 cbm Regenfall der Ablauf zu nur 0,265 cbm. Noch stärker treten die Differenzen in den einzelnen Monatswerthen auf: in dem trockensten Monate, August, gelangen nur 13,7 % des gefallenen Regens zum Abflusse, während in den Wintermonaten im Februar 86 %

wirklich abfließen. Im Mittel fließen in den Wintermonaten 65,3 %, in den Sommermonaten 18 %, in dem ganzen Jahre 39,4 % von dem gefallenen Regen durch die Flüsse ab. Das starke Verschwinden des fallenden Regens in der Sommerzeit kann nicht auf eine stärkere Versickerung und Versitzen im Boden zurückgeführt werden, weil die Speisung der Quellen und die Steigerung des Grundwasserstandes vorzüglich während der Wintermonate besorgt wird und in der Sommerzeit eher eine vermehrte Consumption und Inangriffnahme des Schatzes der Bodenfeuchtigkeit, als eine Vermehrung desselben stattfindet. Es ist eine bekannte Thatsache, und findet dieselbe im Vorstehenden ihre Begründung, daß im October und bis Mitte November die Quellen die geringste Wassermenge liefern. Die bedeutende Differenz zwischen Regenfall und Wasserablauf wird hauptsächlich auf Rechnung der Verdunstung und der mit der Luft in Berührung tretenden, mehr oder minder mit Wasser getränkten Bodenfläche und auf die Consumption durch die Vegetation, welche durch ihren Blätterreichthum für die tiefer aus dem Boden gehol-

(Fortsetzung auf S. 73.)

Tabelle 7. Zusammenstellung der Resultate aus den Wassermessungen und beobachteten Regenmengen im Westfälischen Becken. Periode 1866/80.

	November	December	Januar	Februar	März	April	Mittel aus 6 Wintermon.	Mai	Juni	Juli	August	September	October	Mittel aus 6 Sommermon.	Jahresmittel	Bemerkungen.
I. Ablauf nach Mittel I																
Cubikmeter pro Secunde und Quadratmeile.																
a) Emscher bei Herne 1866/71. 5,62 □M. Mittel I	0,487	0,862	0,742	0,985	0,639	0,490	0,701	0,309	0,196	0,161	0,226	0,236	0,327	0,242	0,472	
b) Emscher bei Prosper 1872/80. Mittel I. 11,63 □M. = 660 qkm	0,566	0,696	1,059	1,050	1,019	0,538	0,821	0,377	0,291	0,307	0,279	0,267	0,349	0,312	0,567	
c) Ems bei Greven 1866/80. Mittel I. 49,77 □M. = 2824 qkm	0,512	0,836	0,971	0,989	0,879	0,467	0,776	0,239	0,188	0,182	0,127	0,135	0,209	0,180	0,478	
d) Lippe bei Benninghausen 1867/80. Mittel I. 33,2 □M. = 1884 qkm	0,787	1,140	1,240	1,294	1,364	0,853	1,113	0,559	0,497	0,437	0,389	0,373	0,396	0,442	0,777	bei Benninghausen wiegt das reichhaltige Quellwasser des Flusses noch zu stark vor, und wird diese Reihe zur Herstellung d. Schlussfolgerung ausgeschieden.
e) Lippe bei Lünen 1866/78. Mittel I. 49,4 □M. = 2803 qkm	0,539	0,935	0,909	0,964	0,996	0,680	0,837	0,458	0,352	0,327	0,266	0,271	0,282	0,326	0,581	
Summa a, b, c und e (d wird ausgeschieden, siehe Bemerkung)	2,104	3,329	3,681	3,988	3,533	2,175	3,135	1,383	1,027	0,977	0,898	0,909	1,167	1,060	2,098	
Mittel Ablauf	0,526	0,832	0,920	0,997	0,884	0,544	0,784	0,346	0,257	0,244	0,224	0,227	0,292	0,265	0,524	
Liter pro Quadratkilometer.																
	9,25	14,64	16,19	17,54	15,55	9,57	13,79	6,08	4,52	4,29	3,94	3,99	5,13	4,66	9,22	
II. Regenfall im Westfälischen Becken, Periode 1866/1880.																
Cubikmeter pro Secunde und Quadratmeile.																
Münster, Gütersloh, Grevel, Derne. Mittel	1,480	1,360	1,200	1,150	1,070	0,910	1,200	1,210	1,500	1,730	1,640	1,280	1,450	1,470	1,330	
Liter pro Secunde und Quadratkilometer.																
	26,0	23,9	21,4	20,2	18,8	16,0	21,1	21,2	26,4	30,4	28,8	22,5	25,5	25,8	23,4	
Näherungsweise Vergleichung.																
Vom Niederschlage kommen zum Ablauf %	35,6	61,2	77,1	86,7	82,7	59,8	65,3	28,6	17,1	14,2	13,7	17,8	20,2	18,0	39,4	Die Vergleichung ist nicht exact, weil d. Ablaufzeiten nicht überall genau die Regenfallzeiten decken, dieselbe hat daher nur einen Näherungswerth, kommt indessen dem wirklichen Werthe hinreichend nahe, um ein deutliches Bild der gegenseitigen Verhältnisse zu geben.
zur Verdunstung, Consum und Versickerung etc. %	64,4	38,8	22,9	13,3	17,3	40,2	34,7	71,4	82,9	85,8	86,3	82,2	79,8	82	60,6	

Tabelle 8. Zusammenstellung der Anzahl der Tage gleichwerthiger Wasserführung.

Jahr	Sommer		Winter		Sommer		Winter		Sommer		Winter		Sommer		Winter		Sommer		Winter		Sommer		Winter	
	Liter pro Sec. und qkm																							
Liter pro Sec. und qkm	0-1,76	1,76-3,52	3,52-5,28	5,28-7,04	7,04-8,8	8,8-17,6	17,6-20,2	20,2-35,2	35,2-44,1	44,1-52,8	52,8-61,6	61,6-70,4	70,4-88,0	88,0-105,6	105,6-123,2									
Cukikmeter p. Sec. u. □M.	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-5,0	5,0-6,0	6,0-7,0									
Zahl der Tage																								
a) von 0 bis 9 Cukikmeter. Emscher bei Herne.												Emscher bei Herne.												
1866	28	86	95	61	22	8	16	11	18	4	5	6	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—		
1867	14	1	67	14	22	—	32	—	19	2	30	61	2	41	—	27	—	13	—	13	—	5		
1868	61	—	92	6	27	5	4	42	—	31	—	42	—	31	—	14	—	3	—	4	—	—		
1869	76	—	94	24	14	10	—	32	—	40	—	39	—	16	—	10	—	4	—	3	—	1		
1870	11	8	52	11	19	17	18	38	40	24	28	50	14	26	2	4	—	—	—	1	—	1		
b) von 0 bis 9 Cubikmeter. Emscher bei Prosper.												Emscher bei Prosper.												
1873	60	fehlt	44	fehlt	37	fehlt	27	fehlt	10	fehlt	5	fehlt	—	fehlt	—	fehlt	—	fehlt	—	fehlt	—	fehlt		
1874	98	7	45	14	32	30	4	39	—	35	—	55	—	5	—	1	—	—	—	—	—	—		
1875	27	12	47	7	66	33	27	39	6	20	9	53	2	11	—	2	—	4	—	—	—	—		
1876	11	—	15	4	89	6	52	25	5	18	12	76	—	17	—	10	—	8	—	12	—	2		
1877	3	—	11	—	74	3	40	15	16	11	37	57	2	56	—	31	—	8	—	1	—	—		
1878	6	—	8	—	38	—	45	10	12	11	60	81	7	45	8	19	—	5	—	7	—	3		
1879	2	—	5	—	55	—	64	21	11	11	24	108	14	22	—	12	—	3	—	2	—	3		
1880	23	—	20	—	71	25	24	29	6	13	32	65	4	38	2	5	—	2	—	2	—	2		
Summa	420	114	595	141	566	137	353	301	143	230	242	693	45	310	12	138	—	50	2	45	—	14		
Mittel p. Jahr	32,3	9,5	45,8	11,7	43,5	11,4	27,2	25,1	11,0	18,3	18,6	57,8	3,5	25,8	0,9	11,5	—	4,2	0,17	3,8	—	1,17		
1881	—	—	—	10	—	43	—	23	—	97	66	3	58	—	12	—	6	—	7	—	4	—		
c) von 0 bis 7 Cubikmeter. Ems bei Greven.												Ems bei Greven.												
1866	89	70	44	15	13	36	21	17	7	14	9	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
1867	56	13	32	—	23	7	18	6	5	12	25	69	6	22	—	21	—	15	—	19	—	6		
1868	149	—	17	1	10	20	2	35	1	12	5	48	—	28	—	11	—	11	—	8	—	4		
1869	136	5	42	28	6	28	1	20	—	6	—	57	—	17	—	5	—	9	—	1	—	1		
1870	59	1	43	29	26	19	14	19	9	8	28	59	5	24	2	11	—	2	—	4	—	2		
1871	28	—	46	—	35	23	19	28	13	17	29	64	9	33	3	10	1	2	—	—	—	1		
1872	134	—	30	42	14	37	2	22	7	23	3	38	—	13	—	1	—	—	—	—	—	3		
1873	102	6	59	25	11	7	9	13	1	15	2	67	—	29	—	7	—	6	—	4	—	2		
1874	170	13	10	40	5	52	—	24	—	16	—	28	—	5	—	2	—	—	—	—	—	—		
1875	145	24	34	31	6	22	—	21	—	20	—	46	—	9	—	4	—	3	—	—	—	—		
1876	84	8	63	11	15	35	9	23	4	12	9	33	—	15	—	14	—	7	—	4	—	7		
1877	54	—	88	4	14	11	16	14	6	6	6	50	1	44	—	26	—	12	—	7	—	7		
1878	30	—	85	2	40	11	14	10	7	10	3	83	7	27	—	10	—	14	—	4	—	3		
1879	42	—	72	5	26	21	13	40	7	19	21	58	3	15	—	8	—	3	—	3	—	3		
1880	74	9	26	46	22	33	27	15	11	9	18	34	4	17	1	5	—	4	—	4	—	2		
Summa	1352	149	691	279	266	362	165	307	78	199	158	764	35	298	6	135	1	88	—	58	—	38		
Mittel p. Jahr	90,1	9,9	46,1	18,6	17,7	24,1	11,0	20,5	5,3	13,3	10,5	50,9	2,3	19,9	0,4	9,0	0,07	5,9	—	3,9	—	2,5		
1881	85	—	49	5	26	10	9	19	10	5	6	47	—	31	—	10	—	9	—	11	—	7		
d) von 0 bis 6 Cubikmeter. Lippe bei Benninghausen.												Lippe bei Benninghausen.												
1867	—	—	—	13	13	76	—	26	1	41	12	19	35	4	37	5	65	—	18	—	—	—		
1868	—	—	—	101	—	28	—	22	16	32	51	—	42	—	38	—	30	—	6	—	—	—		
1869	—	20	—	108	—	54	7	2	20	—	79	—	38	—	24	—	12	—	1	—	—	—		
1870	—	—	—	35	—	30	14	25	22	58	60	16	26	8	43	10	13	2	3	—	—	—		
1871	—	—	—	12	—	47	—	36	9	54	93	11	29	15	24	5	20	4	5	—	—	1		
1872	—	3	—	107	18	47	39	16	43	10	70	1	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
1873	—	5	—	95	10	50	22	18	24	16	78	—	30	—	12	—	5	—	—	—	—	—		
1874	—	85	16	81	57	9	41	9	24	—	30	—	8	—	4	—	1	—	—	—	—	—		
1875	—	3	14	95	35	63	32	15	23	8	48	—	14	—	10	—	3	—	1	—	—	1		
1876	—	—	—	29	9	78	2	38	7	37	55	—	24	—	10	—	31	—	43	—	—	3		
1877	—	—	—	—	2	80	3	39	3	64	39	2	42	—	27	—	32	—	32	—	—	—		
1878	—	—	—	—	9	59	6	39	9	66	44	4	32	4	32	—	25	—	33	—	—	2		
1879	—	—	—	45	1	63	4	43	8	31	81	3	36	—	23	—	13	—	13	—	—	1		
1880	—	1	—	32	—	70	23	27	40	29	62	4	22	10	21	2	9	3	9	1	1	—		
Summa	—	—	117	30	764	143	754	193	355	249	446	802	60	390	41	305	22	259	9	164	1	9		
Mittel p. Jahr	—	—	8,4	2,1	54,6	10,2	53,9	13,8	25,4	17,8	31,9	57,3	4,3	27,9	2,9	21,8	1,57	18,5	0,64	11,7	0,07	0,64		
1881	—	—	—	—	44	—	82	—	27	—	31	34	—	37	—	21	—	34	—	41	—	10		
e) von 0 bis 3,5 Cubikmeter. Lippe bei Lünen.												Lippe bei Lünen.												
1867	—	—	5	64	8	46	1	16	2	49	46	6	54	4	21	—	29	—	10	—	—	4		
1868	—	—	5	—	106	—	45	15	7	15	21	78	—	52	—	14	—	4	—	2	—	2		
1869	—	—	31	—	105	—	47	11	—	25	—	120	—	19	—	3	—	4	—	—	—	—		
1870	—	—	—	40	—	48	16	35	22	48	97	9	37	4	6	—	3	—	—	—	—	—		
1871	—	—	—	18	—	64	—	41	21	43	86	14	55	4	12	—	3	—	1	—	—	3		
1872	—	—	—	57	—	7	62	49	6	61	3	65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
1873	—	—	101	—	42	36	32	43	9	29	—	62	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—		
1874	20	—	132	55	32	66	—	36	—	4	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
1875	1	13	88	26	77	33	16	33	2	25	—	40	—	10	—	1	—	—	—	—	—	—		
1876	—	—	4	9	84	3	17	15	6	62	1	31	—	17	—	8	—	10	—	11	—	—		
1877	—	—	—	—	20	—	84	3	39	6	34	21	6	72	—	58	—	20	—	2	—	—		
1878	fehlt	—	fehlt	5	fehlt	8	fehlt	4	fehlt	19	fehlt	69	fehlt	31	fehlt	15	fehlt	21	fehlt	10	—	—		
Summa	21	13	418	100	644	161	516	227	172	244	204	766	36	362	12	147	—	92	—	35	—	20		
Mittel p. Jahr	1,9	1,1	38,0	8,3	58,5	13,4	46,9	19,0	15,6	20,3	18,5	63,8	3,3	30,2	1,1	12,3	—	7,7	—	2,9	—	1,7		

* i. J. 1881, Winter, 7 Tage mit Wasserabfuhr von 123,2—140,8 l pro Sec. u. qkm, desgl. 2 Tage mit 140,8—158,4 l.

** 1878 ist ein neuer Pegel eingerichtet.

Tabelle 9. General-Zusammenstellung der Tage gleichwerthiger Wasserabführung im Westfälischen Becken und Darstellung des Hochfluthjahres 1880/81.

Benennung des Flusses	Sammelgebiet □ M.	Beobachtungsperiode	Sommermonate													Wintermonate																					
			durchschnittliche Zahl der Tage pro Jahr, welche führten													durchschnittliche Zahl der Tage pro Jahr, welche führten																					
			pro Secunde und Quadratmeile cbm													pro Secunde und Quadratmeile cbm																					
			pro Secunde und Quadratkilometer liter													pro Secunde und Quadratkilometer liter																					
Zahl der Jahre	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-5,0	5,0-6,0	Zahl der Jahre	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	3,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-5,0	5,0-6,0	6,0-7,0	7,0-8,0	8,0-9,0					
	0-1,76	1,76-3,52	3,52-5,28	5,28-7,04	7,04-8,8	8,8-17,6	17,6-20,2	20,2-35,2	35,2-44,1	44,1-52,8	52,8-61,6	61,6-70,4	70,4-88,0	88,0-105,6		0-1,76	1,76-3,52	3,52-5,28	5,28-7,04	7,04-8,8	8,8-17,6	17,6-20,2	20,2-35,2	35,2-44,1	44,1-52,8	52,8-61,4	61,6-70,4	70,4-88,0	88,0-105,6	105,6-123,2	123,2-140,8	140,8-158,4					
1) Emscher	11,63	1866/70 1873/80	13	32,3	45,8	43,5	27,2	11,0	18,6	3,5	0,9	—	0,17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
2) Lippe bei Benninghausen	33,20	1867/80	14	—	8,4	54,6	53,9	25,4	31,9	4,3	2,9	1,57	0,64	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
3) Ems bei Greven	49,77	1866/80	15	90,1	46,1	17,7	11,0	5,2	10,5	2,3	0,4	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4) Lippe bei Lünen	49,4	1867/77	11	1,9	38,0	58,5	46,9	15,6	18,5	3,3	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Sa. 1, 3 und 4 ad 2 ist ausgeschieden, weil dort gebirgiges Terrain und Quellen einwirken.				124,3	129,9	119,7	85,1	31,8	47,6	9,1	2,4	0,07	0,17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Mittel von 1, 3, 4				41,4	43,3	39,9	28,4	10,6	15,9	3,0	0,8	0,02	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
				183,38 Tage.													181,53 Tage.																				
Hochfluth - Jahr 1881.																																					
1) Emscher bei Prosper	11,63		1	—	—	10	43	23	97	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
2) Lippe bei Benninghausen	33,2		1	—	—	44	82	27	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3) Ems bei Greven	49,77		1	85	49	26	9	10	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		1./11. 80 bis 31./10. 81																																			

Tabelle 10. Skala der Wassermengen.

Wassersammelgebiet	Niedrigwasser ¹⁾		Mittelwasser ²⁾				Hochwasser ³⁾							Maximum
	Sammelgebiet quell- und gefällereich	Sammelgebiet quell- und gefällearm	Sommer		Winter		Beginn	Sommer			Winter			
			Sammelgebiet quell- und gefällereich	Sammelgebiet quell- und gefällearm	Sammelgebiet quell- und gefällereich	Sammelgebiet quell- und gefällearm		ordinair	hoch	hoch	ordinair	hoch		

a) in Cubikmetern für Sammelgebiete von 1 bis 50 Quadratmeilen.⁴⁾

□ M.	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm
1	0,026	0,010	0,300	0,170	0,800	0,700	1,400	2,250	4,500	3,500	2,200	4,250	8,050	8,500	12,500	
2	0,032	0,020	0,300	0,170	0,800	0,700	1,300	2,400	4,180	3,180	2,100	3,940	7,500	7,950	11,950	
3	0,038	0,030	0,300	0,170	0,800	0,700	1,200	1,990	3,920	2,910	2,000	3,650	6,950	7,420	11,430	
4	0,044	0,036	0,300	0,170	0,800	0,700	1,100	1,880	3,710	2,720	1,900	3,340	6,420	6,950	10,950	
5	0,050	0,039	0,300	0,170	0,800	0,700	1,000	1,780	3,550	2,580	1,800	3,180	5,950	6,510	10,520	
6	0,056	0,040	0,300	0,170	0,800	0,700	0,950	1,700	3,420	2,460	1,700	3,000	5,530	6,100	10,120	
8	0,068	0,040	0,300	0,170	0,800	0,700	0,875	1,600	3,250	2,260	1,600	2,720	4,750	5,450	9,410	
10	0,080	0,040	0,300	0,170	0,800	0,700	0,800	1,500	3,110	2,120	1,500	2,620	4,250	5,000	8,850	
15	0,110	0,040	0,300	0,170	0,800	0,710	0,800	1,500	3,000	2,000	1,500	2,600	4,000	5,000	7,850	
20	0,140	0,040	0,300	0,170	0,800	0,720	0,800	1,500	3,000	2,000	1,500	2,600	4,000	5,000	7,500	
30	0,160	0,040	0,300	0,170	0,800	0,725	0,800	1,500	3,000	2,000	1,500	2,600	4,000	5,000	7,250	
40	0,160	0,040	0,300	0,170	0,800	0,730	0,800	1,500	3,000	2,000	1,500	2,600	4,000	5,000	7,000	
50	0,160	0,040	0,300	0,170	0,800	0,735	0,800	1,500	3,000	2,000	1,500	2,600	4,000	5,000	7,000	

b) in Liter pro Secunde und Quadratkilometer.

qkm	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
50	0,46	0,15	5,28	3,00	14,08	12,32	24,8	39,8	79,9	62,4	38,95	75,6	143,0	151,0	220,0	
100	0,55	0,34	5,28	3,00	14,08	12,32	23,2	37,7	74,8	57,4	37,4	70,6	134,0	142,0	212,5	
150	0,66	0,50	5,28	3,00	14,08	12,32	21,65	35,7	70,5	52,9	35,8	66,0	125,0	134,0	204,5	
200	0,76	0,60	5,28	3,00	14,08	12,32	20,12	33,9	66,8	49,7	34,25	61,9	117,0	126,0	196,5	
250	0,85	0,68	5,28	3,00	14,08	12,32	18,65	32,32	64,0	47,0	32,7	58,2	110,0	119,0	190,0	
300	0,90	0,70	5,28	3,00	14,08	12,32	17,30	30,85	61,8	44,8	31,2	55,0	103,0	112,0	183,4	
400	1,11	0,70	5,28	3,00	14,08	12,32	15,90	28,55	58,2	41,2	28,65	49,8	89,0	101,0	172,0	
500	1,30	0,70	5,28	3,00	14,08	12,32	14,8	26,90	55,9	38,6	26,9	46,8	80,0	91,0	162,0	
750	1,75	0,70	5,28	3,00	14,08	12,32	14,1	26,4	53,1	35,6	26,4	45,8	72,0	88,0	142,0	
1000	2,20	0,70	5,28	3,00	14,08	12,32	14,1	26,4	52,8	35,2	26,4	45,8	71,0	88,0	135,0	
1500	2,70	0,70	5,28	3,00	14,08	12,32	14,1	26,4	52,8	35,2	26,4	45,8	71,0	88,0	132,0	
2000	2,80	0,70	5,28	3,00	14,08	12,32	14,1	26,4	52,8	35,2	26,4	45,8	71,0	88,0	129,0	
2500	2,80	0,70	5,28	3,00	14,08	12,32	14,1	26,4	52,8	35,2	26,4	45,8	71,0	88,0	126,0	
3000	2,80	0,70	5,28	3,00	14,08	12,32	14,1	26,4	52,8	35,2	26,4	45,8	71,0	88,0	123,0	

- 1) Niedrigwasser ist abgeleitet aus dem mittleren jährlichen Minimum der 15jährigen Periode. Bei den kleineren Sammelgebieten von 1 bis 50 qkm können für gefälle- und quellreiche Sammelgebiete, welche fast stets auch stark wasserverschluckend sind, die angegebenen Werthe nicht immer maassgebend sein, weil bei starken Quellen der Factor höher, bei Mangel an Quellen gerade in diesem Theile des Gebietes der Factor auf Null zurückgehen wird.
- 2) Mittelwasser mußte, wie aus den Differenzen schon hervorgeht, nothwendig für Sommer und Winter getrennt angegeben werden. Die natürliche Beschaffenheit des Sammelgebietes hat einen großen Einfluss auf das Mittelwasser und giebt ein wasserverschluckender und deswegen quellreicher Boden ein hohes Mittelwasser, welches dann eine gröfsere Zahl Sommerfluthen nach sich zieht.
- 3) Das Hochwasser ist für Sommer und Winter ebenfalls getrennt.
Beginn der Fluth richtet sich sowohl nach dem Charakter des Flusses, als auch nach dem Eintritte des Wasserstandes, wenn die Gelände am Flusse der Schädigung ausgesetzt werden.
Das ist in den Sommermonaten, wenn der Wasserstand eine Höhe erreicht, daß die Abwässerung der Wiesen nicht mehr functionirt, in den Wintermonaten, wenn das Thal unter Wasser tritt und die Vorfluth der tiefegelegenen anstofsenden Ackerländereien gestört wird.
Ordinaire Fluth ist die an Zahl und Höhe am häufigsten vorkommende Fluth.
Hohe Fluth wird durch die höchsten in der 15jährigen Periode beobachteten Fluthen repräsentirt mit Ausschluß der außerordentlich hohen, in Zeiträumen von 40 bis 50 Jahren auftretenden Fluthwellen, welche unter Zugrundelegung der Fluth von 1880/81 als Maximum ebenfalls angegeben sind.
Bei Niedrig-, Mittel- und Sommer-Hoch-Wasser sind die Werthe bei quell- und gefällreichen Sammelgebieten höher, während sie bei den Winterfluthen niedriger ausfallen.
- 4) Die 3te Decimale ist bei den Cubikmeterzahlen eingeführt, weil man die Zahl alsdann auch als liter lesen kann.

ten Wassermengen eine große Verdunstungsfläche darbietet, zu bringen sein.

In der Tabelle 8 sind die Tage gleichmäßiger Wasserabführung in den einzelnen Flußläufen nach Sommer- und Wintermonaten getrennt zusammengestellt. Für die geringeren Wassermengen von 0 bis 0,5 cbm sind die Differenzen von 0,1 zu 0,1 cbm, von 0,5 bis 4,0 sind dieselben zu

0,5 cbm und von 4,0 aufwärts zu 1,0 cbm gewählt. Die Tabelle giebt darüber Aufklärung, an wie viel Tagen des Jahres eine bestimmte Wassermenge vom Flusse geführt wurde. Diese Wassermengen werden, ohne genaue Anhaltspunkte resp. Zahlenwerthe dafür zu besitzen oder anzugeben, im gewöhnlichen Leben classificirt als: Niedrigwasser, Mittelwasser und Hochwasser.

Die Grenzen für Niedrigwasser und Mittelwasser resp. deren durchschnittlichen Werthe sind in den Tabellen 6 und 7 berechnet; schwieriger hält es, für den Ausdruck Hochwasser resp. Fluth Werthe anzugeben. Gewöhnlich wird erst nach dem Beginne der Inundation die Wasserführung als Fluth bezeichnet, und ist dieselbe somit eben so sehr von der Capacität des jedesmaligen Flusses, als von der Wassermenge abhängig. Durchschnittlich wird ein Wasserzufluß von 0,8 bis 1,0 cbm in den Sommermonaten den Beginn der sogenannten Fluth repräsentiren (s. Erläuterung zu Tabelle 10). Die Tage mit 0,5 bis 1,0 cbm Wasserführung sind daher keine Fluthtage, sondern geben die höheren zur Fluth neigenden Wasserstände an.

Die Beobachtungsperiode von 1866/80 enthält wohl mehrere bedeutende Winterhochwasser, jedoch erreichen dieselben nicht ein so außergewöhnliches Maximum wie sie in Zeiträumen von 40 bis 50 Jahren als Maximum beobachtet werden. Da nun in der jüngsten, zwar nicht zu der Beobachtungsperiode gehörigen Zeit des Winters 1880/81 eine derartige Maximalfluth beobachtet wurde, so sind zur Vergleichung der Fluthtage und Fluthhöhen die betreffenden Zahlen dieser Fluthen in Tabelle 8 ebenfalls mitgetheilt.

Tabelle 9 enthält eine Zusammenstellung der Tage gleichwerthiger Wasserführung der Flüsse im Westfälischen Becken, und sind zuerst die Mittelwerthe pro Jahr und für die Beobachtungsstelle und darunter der aus sämtlichen Beobachtungen abgeleitete Mittelwerth angegeben.

Zur Vergleichung ist auch hier die Fluth von 1880/81 mitgetheilt.

Allgemeine Bemerkungen.

Die in den Tabellen zu Tage tretenden Differenzen der Größe des Abflusses in den verschiedenen Flußläufen sind aus der Verschiedenheit der Sammelgebiete zu erklären, und ist bereits in der Beschreibung der Wassersammelgebiete, Gefälleverhältnisse und Quellzuflüsse für die einzelnen Beobachtungsstationen darauf hingewiesen. Im Allgemeinen sind die Differenzen sowohl in Bezug auf Wassermenge, als auch auf Fluthtage nicht sehr groß, und geben somit die Resultate gute Anhaltspunkte. Auf die Art der Abführung der Niederschlagsmengen durch die Flüsse, ob in kürzerer Frist mit größeren Wassermengen, oder auf längere Zeit vertheilt mit geringeren Wassermengen, ist die Beschaffenheit des Sammelgebietes von Einfluß. Die Bodenart wirkt hierbei in sofern mit, als die Fluthen namentlich in der Winterzeit aus Sammelgebieten mit undurchlässigem, resp. wenig Wasser aufsaugendem Boden höher erscheinen und auch in entsprechend kurzer Frist wieder verlaufen, als wenn das Sammelgebiet aus einer stark Wasser verschluckenden und langsam abgebenden Bodenart besteht, wodurch die Höhe des Hochwassers ermäßigt und der Verlauf desselben bedeutend verlangsamt wird, wie dieses aus den Resultaten der Beobachtungen an der oberen Lippe deutlich hervorgeht.

Ferner kommen dabei die Gefälleverhältnisse in Betracht, namentlich ob die kleineren Seitenzuflüsse und Recipienten mit einem stärkeren oder schwächeren Gefälle ausgestattet, das Wasser schnell oder langsam und auf größere Zeit vertheilt dem Hauptflusse zuführen. Vorzüglich fällt dabei die Größe des Sammelgebietes in's Gewicht; bei einem gleichmäßig über das Sammelgebiet eines Flusses vertheilten Regen werden die in der Nähe des Flusses niedergeschlagenen

Wassermengen bereits zum Abflusse gelangt sein, wenn die aus den entfernteren Gegenden heranströmen, so tritt, je größer das Flußgebiet, eine ebenso vergrößerte Zeitdauer des Abflusses ein. Die Culmination der Fluthwelle beginnt in den Sammelgebieten der kleinsten Recipienten am Entstehungspunkte des Flusses gewöhnlich bereits an dem Tage der größten Niederschlagsmenge und schreitet von dort weiter nach unten immer später eintretend fort, so daß häufig die Fluth im oberen Theile des Flusses schon vollständig verlaufen ist, wenn dieselbe im unteren Theile ihre höchste Höhe erreicht. Durch die Beobachtungen an der Ems auf ihrem Laufe von Greven bis Papenburg an den Stationen Greven, Rheine, Bentlage, Listrup, Haneken, Lingen, Meppen, Haren, Steinbild, Rhede und Papenburg und unter Zugrundelegung des Emsstrom-Nivellements, ist auf dieser Strecke von 208 km Flußlänge, wobei die Reisezeit der Culmination von Greven bis Papenburg 5 Tage beträgt, die mittlere Geschwindigkeit der Fluthwelle zu 0,484 m pro Secunde berechnet. Die Thallänge beträgt rund 160 km; unter Zugrundelegung dieser Entfernung berechnet sich die mittlere Geschwindigkeit auf 0,372 m pro Secunde. Es ist daher möglich, für einen größeren Fluß die relative Höhe und die Zeit des Eintrittes der Fluth aus den Beobachtungen, welche in seinem Quellgebiete angestellt werden, einige Tage im Voraus zu bestimmen und die Anwohner der unteren Flußstrecke bei zu erwartenden, außerordentlichen Anschwellungen rechtzeitig zur Ergreifung von Vorsichtsmaßregeln zu benachrichtigen. Aus den oben mitgetheilten Resultaten des Verhältnisses des Abflusses zu den Regenmengen und der Fluthtage geht ferner hervor, daß die verhältnißmäßig große Niederschlagsmenge in den Sommermonaten auf die Flutherscheinungen von geringem Einflusse ist, weil ein ganz bedeutender Procentsatz zur Verdunstung etc. gelangt. Der Eintritt einer Sommerfluth wird daher, abgesehen von der durch Gewitterregen veranlaßten localen Anschwellung, in den kleineren Sammelgebieten der Seitenzuflüsse ebensowohl von der Höhe des voraufgehenden Mittelwassers als von der zeitigen Regenhöhe abhängig sein. Es kann ein Regenfall, welcher im Winter eine hohe Fluthanschwellung zur Folge haben würde, in der Sommerzeit bei vorhergehendem Niedrigwasser inundationslos verlaufen. Sommerfluthen treten daher am ehesten ein, wenn reichliche Niederschläge entweder einer längeren Regenperiode, welche die Mittelwasser verstärkt hat, vorausgegangen sind, oder wenn der vorhergegangene Winter sehr reichliche Niederschläge gebracht hat, welche zu einer Aufspeicherung des Wassers im Boden geführt haben, so daß die Quellen den Fluß reichlicher versorgen und der hohe Grundwasserstand keine weitere Aufspeicherung der Niederschläge zuläßt. Ein regenarmer Winter läßt daher keine oder geringe, ein regenreicher Winter dagegen vermehrte und höhere Sommerfluthen voraussehen.

Wassermengen-Skala.

Zur praktischen Verwerthung der im Westfälischen Becken in der 15-jährigen Periode gesammelten Resultate sind, unter Zuhilfenahme der an Bächen mit kleineren Sammelgebieten gemachten Beobachtungen, die Grenzwerte für die verschiedenen Wassermengen

als Niedrigwasser,

als Mittelwasser,

als Sommerhochwasser, als Winterhochwasser und als Maximalhochwasser für die Sammelgebiete verschiedener Größe in Tabelle 10 annäherungsweise berechnet und zusammengestellt. Diese ist aus den beobachteten Resultaten für die zwischenliegenden Werthe durch Interpolation gebildet. Selbstverständlich hat dieselbe ihren vollen Werth nur für das Gebiet des Westfälischen Beckens und seiner nördlichen und westlichen Nachbarschaft. Da beide aber mit der norddeutschen Tiefebene in weiterer Ausdehnung große Aehnlichkeit besitzen, so dürfte, wenn nach den beobachteten Regenhöhen in anderen Gegenden der norddeutschen Ebene eine entsprechende Reduction der Skalen vorgenommen wird, nichts im Wege stehen, dieselbe zu annähernden Schätzungen auch in weiteren Kreisen zu benutzen, so lange dort derartige Beobachtungen fehlen. Die außerordentliche Wichtigkeit, einigermaßen sichere Anhaltspunkte für die verschiedenen von einem Flusse an bestimmter Stelle zu erwartenden Wassermengen zu besitzen, bedarf wohl keiner besonderen Hervorhebung, es sei nur darauf hingewiesen, daß bei Ent- und Bewässerungsanlagen, bei Brückenbauten, Flussscorrectionen etc., welche, wenn die Anlagen rationell und vortheilhaft ausgeführt werden sollen, jene Kenntniß voraussetzen, die Bestimmung der Wassermengen nach vereinzelter Messungen und localen Erkundigungen erfahrungsmäßig durchaus keine Sicherheit bietet. Namentlich sind häufig bei Eisenbahnbauten bei Ueberschreitung von kleineren Bächen aus zu ängstlicher Vorsicht viel zu große und kostspielige Bauwerke entstanden, wohingegen bei mittleren Flüssen und an anderen Stellen für die Herstellung von Fluthöffnungen zu wenig geleistet ist.

Die Tabelle beginnt mit Sammelgebieten von 1,0 Quadratmeile, weil für kleinere Gebiete directe Beobachtungen fehlen. Bei Angabe der Werthe ist zwischen einem gefälle- und quellreichen Sammelgebiete und einem gefälle- und quellarmen Sammelgebiete unterschieden. Der Ausdruck quellreich ist in diesem Falle identisch mit einem stark wassererschließenden und langsam abgebenden Boden — dem Pläner. Die Flüsse mit derartigem Sammelgebiete führen ein reichliches Niedrig- und Mittelwasser, schwellen aus letzterem Grunde bei Sommerfluthen höher an, bleiben aber bei Winterfluthen gegen die gefälle- und quellarmen Flüsse zurück.

Niedrigwasser.

Daß bei Niedrigwasser aus quellreichem Sammelgebiete eine erheblich größere Wassermenge erscheint, als aus quellarmem Sammelgebiete, ist selbstverständlich. Die Werthe können jedoch namentlich in den Sammelgebieten unter 10 Quadratmeilen erheblich alterirt werden, wenn entweder

Zusammenstellung der bemerkenswertheren Preussischen Staatsbauten, welche im Laufe des Jahres 1881 in der Ausführung begriffen gewesen sind.

(Aus den Jahres-Rapporten pro 1881. Schlufs, mit Zeichnungen auf Blatt 29 im Atlas.)

I. Seeufer-, Hafen- und Deichbauten.

Der im Jahre 1878 begonnene Bau eines neuen Bauhofes und Bauhafens zu Memel (I) wurde im Laufe des

größere Quellen, welche leicht direct aufzumessen sind, eine aufsergewöhnliche Steigerung des Niedrigwassers veranlassen, oder ein stark aufsaugender Boden das ganze Niedrigwasser verschwinden läßt.

Mittelwasser.

Bei der Feststellung des Mittelwassers, wobei die Gesamtergebnisse der 15jährigen Periode benutzt wurden, mußte eine Trennung in Sommer- und Winter-Mittelwasser vorgenommen werden, weil, wie aus der vermehrten, sommerlichen Verdunstung schon zu erwarten steht, die Differenzen zu bedeutend ausfallen. Das Mittelwasser für die Flächeneinheit des Sammelgebietes ist von der Größe des Sammelgebietes wenig beeinflusst.

Hochwasser.

Für das Hochwasser fand aus denselben ebenangegebenen Gründen eine Trennung in Sommer- und Winterhochwasser statt, außerdem sind aber die das gewohnte Maaß überschreitenden Fluthwellen, wie sie in Intervallen von 40 bis 50 Jahren vorzukommen pflegen und in den Jahren 1844/45 und 1880/81 auftraten, als Maxima in besonderer Colonne behandelt.

Wie schon oben bemerkt, ist der Ausdruck „Fluth“ resp. Hochwasser kein genau begrenzter Begriff, und wird der Beginn eines Hochwassers im gewöhnlichen Leben nach den Einwirkungen des Wasserstandes auf die Cultur resp. Schifffahrt angenommen. Die schädigenden Einwirkungen können je nach dem Charakter und der Unterhaltung des Flusses verschieden sein, so daß die angegebenen Zahlen für den Beginn der Fluth wohl allgemeine Mittelwerthe angeben, aber nicht unter besonderen Umständen überall maßgebend sind. Unter Beginn der Sommerfluth ist derjenige Wasserstand verstanden, bei welchem die Abwässerung der Wiesen und Weidegrundstücke anfängt gestört zu werden. Der Beginn der Winterfluth tritt erst bei höheren Wasserständen ein, wenn schon größere Theile des Thales anfangen in Inundation zu treten, und die Vorfluth für die anstossenden, niedrigen Ackergrundstücke gestört wird. Daß bei kleineren Sammelgebieten die Werthe für den Beginn der Fluthen anwachsen, liegt in der Natur der Sache, weil die Fluth dort ein höheres Maaß erreicht und den Flüssen durch Correcturen und Räumungen eine größere Capacität gegeben wird, was bei den größeren Flüssen fortfällt.

Als ordinaire mittlere Sommer- und Winterfluth sind die entsprechenden Werthe für die Mittelzahl der gesammten Fluthtage der Beobachtungsperiode eingesetzt.

Das hohe Hochwasser bezeichnet nicht, wie schon bemerkt, die Höhe der seltenen, aufsergewöhnlichen Fluthen, sondern vertritt die höchsten Fluthen der 15jährigen Periode, welche von aufsergewöhnlichen Fluthen frei war.

K. Michaëlis.

Jahres 1881 fertiggestellt. Es wurde in diesem Jahre die Hinterfüllung eines 15 m langen Bohlwerkes ausgeführt und ein neues Flügelbohlwerk erbaut, um einen Platz zum Auf-

schleppen von Böten und Hölzern, sowie einen weiteren Liegeplatz für ein Schiff zu gewinnen. Um den sehr theuren Transport des Kühlwassers aus dem Hafen nach der Schmiede zu vermeiden, wurde in unmittelbarer Nähe des Bauhafens ein Brunnen gesenkt, von hier aus eine Rohrleitung nach der Schmiede verlegt und in dieser eine Saugpumpe nebst Bassin aufgestellt. Für die Werkstätte wurde eine Blechbiegmaschine beschafft, um gröfsere Kessel-Reparaturen ausführen zu können. Unter dem Magazin für Fettwaaren wurde ein Oelkeller eingerichtet. Zum Heben von Gegenständen aus den Schiffen wurde ein hölzerner Krahn mit 30 Ctr. Tragfähigkeit neben dem Bohlwerk errichtet. Um ein Beschädigen der Radschaukeln der Dampfer beim Anlegen an die mit einer Steigung von 1:6 angelegten Bohlwerke zu verhüten, wurde an der südlichen Seite des Bauhafens eine senkrechte Reibewand an den Bohlwerkspfählen angebracht. Statt der fichtenen Schmierplanken auf dem Helling, welche sich als zu leicht erwiesen, sind eichene beschafft, welche auch den Ablauf der Fahrzeuge erleichtern. Einige noch fehlende Baggerarbeiten wurden beendet.

Beim Bau des Nordermolenkopfes bei Memel wurden in diesem Jahre die Anker und die definitiven Gurtungen verlegt und auf die Füllsteine grofse gemauerte Klötze gebracht, um die feste Lage der Füllsteine zu sichern und gleichzeitig das Setzen derselben zu beschleunigen. — An der Nordermole wurden ferner 480 lfd. m Uebermauerung nach dem Leuchthurme zu hergestellt. Dagegen gelang es nicht, den durch aufeinanderfolgende Stürme zerstörten Theil des aus grofsen Steinen bestehenden Unterbaues und des beschädigten Fundamentes wieder fest zu legen, da die davor geschütteten Steine noch fortwährend versinken.

Es wurde ferner in diesem Jahre mit der Herstellung einer 546 m langen, zu 55700 \mathcal{M} veranschlagten Brustmauer auf der Nordermole begonnen, wovon vor Eintritt des Frostes 75 m fertig gestellt waren. Dieselbe hat eine Höhe von 1,50 m, eine Stärke von 1,26 m und wird aus Bruchsteinen im Netzverband mit Cementmörtel hergestellt. Längs der Mauer wird zu beiden Seiten ein schmiedeeisernes Geländer aus 3 cm. starkem Rundeisen angebracht. Häufig angelegte eiserne Sprossenleitern ermöglichen ein Besteigen der Mauer.

An der Mündung des Nemonien wurde die Erhöhung des nach dem Haffe zu gelegenen, um 0,50 m gesunkenen Theiles der Mole im Herbst 1881 vollendet, ausserdem die Mole selbst, um oft zu wiederholende Baggerungen zu vermeiden, sowie die Sandmassen, welche der Fluß mit sich führt und vor der Mündung ablagert, in gröfsere Tiefen des Haffes zu leiten, um 100 m verlängert. Dieses ist in der Weise geschehen, dafs auf eine 6,00 m breite Faschinenpackung zwischen zwei Reihen von Pfählen eine 4,00 m breite Steinpackung aufgebracht wurde. Die veranschlagten Kosten von 10200 \mathcal{M} reichten aus.

In Pillau (I) wurde die Südermole, im vorigen Jahre 1058 m lang, im Pfahlwerksunterbau ganz fertig gestellt einschliesslich des Molenkopfes. Ihre ganze Länge beträgt 1159 m, wovon auf den Kopf in der Mittelwasserlinie 23,5 m kommen. Der Molenkopf der Südermole unterscheidet sich von dem der Nordermole dadurch, dafs die Ecken der Stirnabschlusswand abgeschrägt sind, so dafs der Pfahlwerksbau mit einem halben regulären Achteck abschliesst, in dessen

Mittelpunkt ein die Stabanker der Pfahlwerkswände haltendes Bündel von Ankerpfählen geschlagen ist. Die Abschrägung der Ecken soll den Auskolkungen vorbeugen, welche sich bei der rechteckigen Form des Nordermolenkopfes gezeigt haben. Die Herstellung der Molenaufmauerung wird davon abhängig sein, bis zu welcher Zeit sich die Steinschüttung zwischen den Pfahlwänden hinreichend gesetzt haben wird.

Beim Bau der Nordermole zu Pillau ist die Brustmauer bis zum Kopf fertig, und fehlt nur noch der um den Kopf selbst im Halbkreis herumzuführende Theil derselben. Die Verankerung der Stirnpfahlwand des Molenkopfes ist geändert. Die Stabanker derselben liegen nicht mehr parallel zu einander nach der Axenrichtung der Mole, sondern sind an zwei Punkten central im Innern der Mole zusammengeführt, um so durch runde Einsteigeschächte die Schraubmutter für eventuelle Reparaturen zugänglich zu machen. Vor dem Kopfe sind weitere Steinschüttungen ausgeführt, welche einen den Molenkopf rings umgebenden und bis 7,5 m unter H. W. heraufreichenden Steinschutzkegel bilden, um weiteren Auskolkungen vorzubeugen. Um das Wandern der vor die Stirnwand geschütteten Vorlagsteine zu verhüten, sind auf die vorderste Böschung 3 Stück circa 12 cbm grofse gemauerte Beschwerungsklötze von dem Gerüst des Pfahlwerksbaues aus gestürzt. Die Leuchtbaake ist vollständig fertig gestellt, und haben sich Leuchtfeuer, Gaszuleitung und Anlage der Speisekessel im Allgemeinen gut bewährt.

Der Bau des im Jahre 1875 begonnenen Vor- und Petroleumhafen-Dammes war bis zum Schlusse des Jahres 1880 auf 1600 m Länge hergestellt. Im Jahre 1881 ist derselbe noch um 170 m verlängert worden, so dafs nach dem neuerdings festgestellten Project nur noch ein Kopf von 30 m Länge zu bauen übrig bleibt. Dieser soll im Jahre 1882 vollendet werden. Der Trennungsdamm zwischen der zweiten Auffahrt des Petroleumhafens und dem Vorhafen, welcher im vorigen Jahre im Fundament hergestellt war, wurde im Laufe dieses Jahres ausbetonirt. Die auf 2 m Höhe projectirte Aufmauerung dieses Dammes wurde mit Rücksicht darauf, dafs sie, wenn in voller Höhe ausgeführt, von den durch die jetzige weite Hafenumündung vor der Stadt einlaufenden Wellen leicht beschädigt werden könnte, vorläufig nur bis zur halben Höhe ausgeführt. Die Vollendung in voller Höhe soll erst erfolgen, wenn die weite Hafenumündung durch Ausführung des projectirten Abschlussdammes auf ein geringeres Maaß eingeschränkt sein wird. Ferner wurden an den Uferbefestigungen die erforderlichen Reibepfähle und Ladebrücken in diesem Jahre hergestellt. Auch die Baggerarbeiten sind, soweit die vorhandenen Bagger nicht anderweit benutzt werden mußten, nach Kräften gefördert worden.

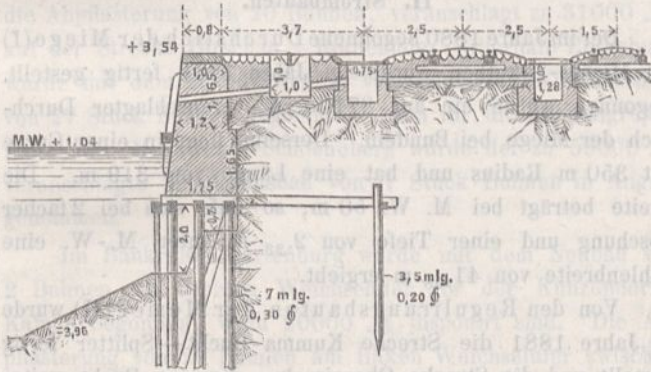
Die Verlängerung der Nordwestmole an der Mündung des Elbings in das frische Haff ist bis zu einer Länge von 2788 m weiter gebaut worden. Da die Mole nach neueren Bestimmungen nur 3200 m lang werden soll, so fehlen noch 412 m. Zum Schutz gegen den Wellenschlag und besonders gegen das Eis wird die Mole auf 30 m Breite mit der Erde, welche aus der neben der Mole neu herzustellenden Fahrwinne gewonnen wird, bis zur Höhe des Mittelwassers hinterfüllt.

Bei dem Bau des Hafens zu Neufahrwasser (III) wurden im Jahre 1881 verschiedene Baggerarbeiten aus-

geführt. — Alsdann wurde mit dem Abbruch der alten Westmole begonnen und dieselbe ziemlich zu Ende geführt. Der Bau der neuen Quaimauer an Stelle der alten vor dem Gasthause „zu den Provinzen“ ist vollständig beendet, und der Fangedamm vor derselben beseitigt. Die nachträgliche Verankerung der rot. 844 m langen nördlichen Quaimauer ist in Länge von 650 m fertig gestellt, und für das übrige Stück die zeitraubende Arbeit des Bohrens zum größten Theil ausgeführt. Die neue Westmole ist im Unterbau vollendet, ebenso die Steinschüttung, welche nur für den letzten Theil der Mole von 92 m Länge noch auf 2,5 m Tiefe zu vervollständigen ist.

Für die am 20. August 1880 eröffnete Kaiserfahrt (VIII) (Durchstich vom Stettiner Haff nach der Swine) wurde im Jahre 1881 der Bau der auf je 2000 m Länge veranschlagten Haff-Molen fortgesetzt. Die Westmole ist bis zu einer Länge von 780 m, die Ostmole bis zu einer solchen von 530 m ausgeführt.

Im Hafen zu Stolpmünde (IX) konnte die im Jahre 1879 begonnene Aufbaggerung des Vorhafens im Jahre 1881 nicht vollendet werden, da in der zweiten Hälfte des Sommers und im Herbst die Ausführungen wegen stets bewegter See verzögert wurden. Auch mußten wiederholt Verflachungen durch den von den Wellen in das Vorhafenbassin und in die Einfahrt hineingeführten Sand wieder beseitigt werden. Es wurden im Laufe des Jahres 53900 cbm Boden ausgebaggert.

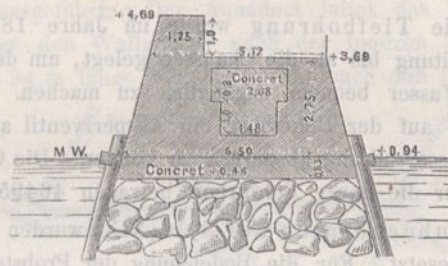


Von der im Wesentlichen bereits im Jahre 1880 vollendeten Quaimauer am Winterhafen ist vorstehend das Profil derselben mit der noch auszuführenden Auspflasterung der Eisenbahngeleise und deren Entwässerung gezeichnet.

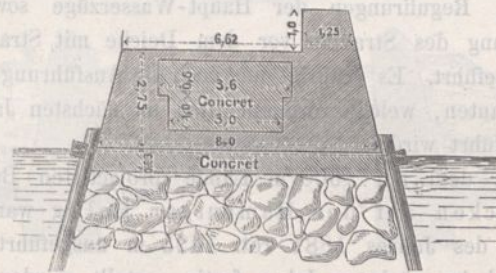
Der für nothwendig erachtete Schutzdamm zur Sicherung der Westmolenwurzel in Rügenwaldermünde (IX) ist im Jahre 1881 vollendet worden. Die seeseitige Böschung des Schutzdammes ist in der Oberfläche mit aufrecht stehenden, über die Böschungsfäche hervorragenden Granitsteinen, welche in Cementmörtel versetzt sind, möglichst rau hergestellt, um die Gewalt der auflaufenden Wellen zu brechen. Auch der Unterbau des Kopfes der Westmole wurde im Jahre 1881 beendet. Der Abschluß des Baues wurde dadurch verzögert, daß sich behufs Verhütung der Unterspülung Grundabdeckungen als nothwendig herausstellten. Der Unterbau des Ostmolenkopfes war ebenfalls beendet, als durch die October-Stürme eine theilweise Unterspülung des Betonblockbaues bewirkt wurde, welche eine Senkung an der West- und Nord-Seite des Molenkopfes verursachte. Zur Verhinderung weiterer Unterspülungen wurde eine Steinschüttung ausgeführt, welche bis 5 m unter Mittelwasser hochgeführt ist und sich rund um den Betonblockbau erstreckt.

Die Uebermauerung der Hafendämme, deren Profile nachfolgend skizzirt sind, wurde derart weiter geführt, daß

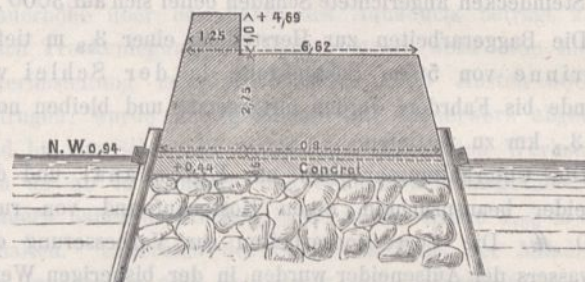
Profil von Joch 5—100 der Westmole.



Profil von Joch 0—30 der Ostmole.

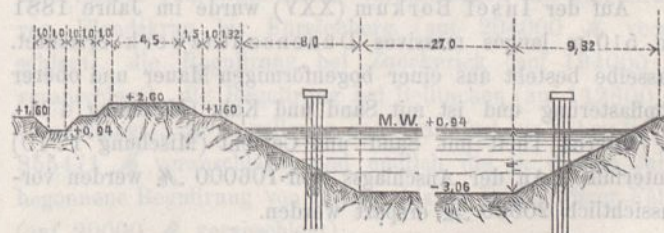


Profil von Joch 30—102 der Ostmole und Profil von Joch 120—204 der Westmole.



420 lfd. m der West- und 192 lfd. m der Ostmole vollständig fertig, ferner 77,5 lfd. m der West- und 17,5 lfd. m der Ostmole theilweise vollendet sind. Auch die Uebermauerung des Westmolenkopfes ist hergestellt. Zuletzt wurde die Gordungswand um den Kopf der Westmole beendet. An Stelle der projectirten Gurtungen aus vollem Eichenholz sind Gurtungen aus drei über einander gelegten Lagen eichener Planken hergestellt, welche gedämpft und alsdann in die passende Form gebogen wurden. Die auf diese Weise hergestellten Gurtungen sind erheblich solider, auch war die Beschaffung voller Eichenhölzer, welche die vorgeschriebene Krümmung hatten, nicht auszuführen.

Mit der Aufbaggerung des Vorhafenbassins und der Wipper (letztere nach nebenstehendem Profil) bis zum



Eingang in den früher projectirten Binnenhafen wurde fortgeführt. Es wurde hauptsächlich Seesand gebaggert, und sind 2 Dampfbagger mit je 6 Prähmen und ein Dampfschleppschiff dabei beschäftigt gewesen. Es sind bis zum Schluß der Baggerung im Herbst 1881 im Ganzen 167700 cbm Boden ausgebaggert und eine Fahrtiefe von 4,8 m unter Mit-

telwasser erreicht. Im oberen Theile der Wipper wurde vorzugsweise Flusssand, im Ganzen 227136 cbm, ausgebaggert und eine Fahrtiefe von 4 m unter Mittelwasser hergestellt.

Für die Tiefbohrung wurde im Jahre 1881 noch eine Rohrleitung bis an die Chaussee gelegt, um dem Publikum das Wasser bequem zugänglich zu machen. Desgleichen wurde auf der Bohrröhre ein Absperrventil aufgesetzt, um den Wasserzudrang absperrern zu können. Die Gesamtausgaben für die ganze Bohrarbeit betragen 46495 \mathcal{M} .

Die Bühnenbauten auf Sylt (XIX) wurden im Jahre 1881 fortgesetzt. Für die Bedeichung der Probsteier Salzwiesen wurden die beiden Schleusen vollendet. Sämmtliche Brücken, Regulirungen der Haupt-Wasserzüge sowie die Bepflanzung des Strandes vor dem Deiche mit Strandhafer sind ausgeführt. Es erübrigt nur noch die Ausführung einiger Bühnenbauten, welche voraussichtlich im nächsten Jahre zu Ende geführt wird.

Von dem auf 1600 m Länge projectirten Bau von Steindecken auf der Hamburger Hallig waren am Schlusse des Jahres 1881 rot. 1425 m ausgeführt. Der Rest wird im nächsten Jahre fertig gestellt werden. Der durch die Sturmfluth am 14. und 15. October 1881 an den fertigen Steindecken angerichtete Schaden belief sich auf 3000 \mathcal{M} .

Die Baggerarbeiten zur Herstellung einer 3,8 m tiefen Fahrrinne von 50 m Sohlenbreite in der Schlei von Missunde bis Fahrdorf wurden fortgesetzt, und bleiben noch rund 3,5 km zu vertiefen.

Die Unterhaltungsarbeiten am Eidercanal und der Untereider beanspruchten einen Kostenaufwand von rund 90000 \mathcal{M} . Die Correctionsarbeiten zur Verbesserung des Fahrwassers der Aufseneider wurden in der bisherigen Weise fortgesetzt.

In der Stoer-Mündung wurde durch eine Barre von 400 m Länge eine Fahrrinne von 90 m Breite und 6 m Tiefe bei Ordinair-Hochwasser hergestellt. Es wurden 25192 cbm für 16993 \mathcal{M} gebaggert.

Bei den fiscalischen Austernbassins zu Husum wurden 2 neue massive Siele erbaut, von denen das eine das Klär- und Sammelbassin für das Fluthwasser der Austernbassinanlage, das andere das Zuleitungs- und Reserve-Austernbassin mit der Husumer Aue verbindet. Ersteres hat eine Länge von 22,68 m von Schütze zu Schütze, letzteres eine solche von 30 m. Beide Siele sind auf Pfahlrost fundirt und erhalten je 2 Querspundwände zur Sicherung gegen eine etwaige Unterspülung. Anschlagss. 25500 \mathcal{M} .

Auf der Insel Borkum (XXV) wurde im Jahre 1881 ein 510 m langes massives Dünenschutzwerk errichtet. Dasselbe besteht aus einer bogenförmigen Mauer und oberer Abpflasterung und ist mit Sand und Kalk (Mischung 4:1), im unteren Theil mit Sand und Cement (Mischung 1:10) hinterfüllt. An der Anschlagss. von 106000 \mathcal{M} werden voraussichtlich 20000 \mathcal{M} erspart werden.

Auf der Insel Baltrum wurde die Versackung einer Bühne durch Ausfüllung der entstandenen Lücke mit 1500 cbm Senkfaschinen für 19500 \mathcal{M} wieder hergestellt. Desgleichen wurde daselbst eine zu 20000 \mathcal{M} veranschlagte Verstärkung der Köpfe der Strandbühnen in Angriff genommen. Dieselbe besteht darin, daß Senkfaschinen vor und neben den Köpfen versenkt werden, um dieselben gegen Abbruch durch die

Strömung des Seegatts zu schützen, in welchem dicht vor den Bühnenköpfen sich Wassertiefen von 11 bis 13 m befinden.

Von den auf 97000 \mathcal{M} veranschlagten Strandbauten zu Spiekeroog wurde die Verlängerung des Dünenschutzwerkes im Jahre 1881 auf 91 m Länge ausgeführt. Das in Cement versetzte Bruchsteinpflaster ruht auf einer 40 cm starken Betonlage, der wieder eine 30 cm starke Kalksand-schicht (Mischung 1:3) als Unterlage dient. An beiden Seiten ist das Werk durch Spundwände abgeschlossen, und der Fuß desselben außerdem durch einen Betonklotz gegen Unterspülung und Verschiebung gesichert. Es wurde ferner eine Bühne von 150 m Länge angelegt. Den unteren Theil des Bühnenkörpers bildet eine Buschlage von Faschinen, welche durch eingerammte Pfähle befestigt und nach der Seite hin geschützt ist. Die Oberfläche des Buschkörpers ist mit Bruchsteinen bez. Quadern abgedeckt, welche im Hauptkörper noch eine 25 cm starke Schicht aus Ziegelbrocken als Unterlage haben. Behufs Localisirung etwa eintretender Beschädigungen sind in Abständen von je 10 m Quer-Pfahlreihen in den Hauptkörper eingerammt. Außerdem wurde auf 210 m Länge ein gewöhnlicher Sanddeich angelegt, dessen Oberfläche mit Rasen abgedeckt ist.

Für die Unterhaltung des Leer'er Hafens, welche meistens in Baggerarbeiten besteht, wurden 20000 \mathcal{M} aufgewendet.

II. Strombauten.

Der im Jahre 1880 begonnene Durchstich der Miede (I) bei Michel-Sakuthen wurde im Jahre 1881 fertig gestellt. Begonnen wurde ein auf 87100 \mathcal{M} veranschlagter Durchstich der Miede bei Bundeln. Derselbe liegt in einer Curve mit 350 m Radius und hat eine Länge von 319 m. Die Breite beträgt bei M. W. 50 m, so daß sich bei 2facher Böschung und einer Tiefe von 2,23 m unter M.-W. eine Sohlenbreite von 41,08 m ergibt.

Von den Regulirungsbauten der Memel (II) wurde im Jahre 1881 die Strecke Kumma-Bucht—Splitter fertig gestellt und die Strecke Obereisseln—Kumma-Bucht weiter geführt. Neu begonnen wurde die auf 206000 \mathcal{M} veranschlagte, 5,1 km lange Strecke Schmalleningken—Kassigkehmen und die auf 205000 \mathcal{M} veranschlagte, 2 km lange Strecke Splitter—Schillgallen.

Für die Regulirung des Rufs-Stromes (II) von Klocken bis Schneiderende und an der Stromtheilung bei Rufs wurden die Arbeiten fortgesetzt und bis zu einem gewissen Abschlusse gebracht. Neu begonnen wurde die Nachregulirung für die auf 285000 \mathcal{M} veranschlagte 5270 m lange Strecke von Kallwen bis Baltruschkehmen. In diesem Jahre wurden die Grundlagen für 7 Bühnen in den starken Concaven am linken Ufer bei Schanzenkrug hergestellt. Dieselben sind aus Sinkstücken und Senkfaschinen zu Stromschwellen ausgebildet.

Die in den Jahren 1878 und 1879 hergestellte Deckung des rechten Ufers der Gilge (II) bei Karlsdorf hatte durch Eisgang gelitten, und wurden die Wiederherstellungs-Arbeiten im Frühjahr 1881 ausgeführt. Die Nachregulirung der Gilge von Schanzenkrug bis Jedwilleiten bez. Skoeren wurde in diesem Jahre fortgesetzt. Neu begonnen wurde die zu 93000 \mathcal{M} veranschlagte Nachregulirung der Gilge von Skoeren bis Budwethen. Es ist namentlich das zum Ausbau der rechtssei-

tigen Concaven (II. Motzwether Bucht) projectirte Parallelwerk, dessen Länge zu 360 m normirt ist, auf 260 m mit den erforderlichen Landanschlüssen und der nöthigen Hinterfüllung bis auf die regelrechte Abpflasterung hergestellt. Außerdem sind die oberhalb dieses Parallelwerks gelegenen 16 alten und 5 neuen Buhnen bis auf das Pflaster fertig gestellt.

Die Nachregulirung des Atmath-Stromes (II) vorlängs Rufs und damit verbunden die erforderlichen Baggerungen im Atmath-Strome, zusammen auf 126900 \mathcal{M} veranschlagt, sind im Jahre 1881 begonnen worden. Es ist in diesem Jahre sowohl die Verlängerung der alten Buhnen, als auch die Herstellung der neuen Buhnen bis auf 2 Stück zu Ende geführt worden. Gebaggert sind zusammen 72280 cbm Erde, davon mit dem Bagger „Rufs“ 55162 cbm für 5095 \mathcal{M} , mit dem Bagger „Gilge“ 15201 cbm für 3825 \mathcal{M} und mit einer Handbaggermaschine 1917 cbm für 687 \mathcal{M} . Hierzu kommen für die Dampfbaggerungen an Kohlen 3814,50 \mathcal{M} .

Von den Regulirungsbauten der Weichsel wurde im Reg.-Bez. Danzig die in früheren Jahren begonnene Abpflasterung von 43 Stück Buhnen auf der Strecke Dirschau bis Rothebude im Jahre 1881 beendet. Desgleichen wurde im Baukreis Marienburg die Abpflasterung der Köpfe und der oberen Böschungen von 40 Buhnen zu Ende geführt. Dasselbst wurde auch die Verlängerung der Köpfe, der oberen Böschung und der Krone von 20 Buhnen vollendet.

Neu begonnen wurde im Jahre 1881 im Baukreise Danzig die Abpflasterung von 20 Buhnen, veranschlagt zu 31000 \mathcal{M} , auf der Strecke Dirschau — Rothebude. Oberhalb Rothebude wurde mit dem zu 170000 \mathcal{M} veranschlagten Wiederausbau von 27 Stück Buhnen begonnen. Auch für die Buhnengruppe Palschau — Neukirch — Schoeneberg wurde der zu 59000 \mathcal{M} veranschlagte Wiederausbau von 7 Stück Buhnen in Angriff genommen.

Im Baukreise Marienburg wurde mit dem Neubau von 2 Buhnen am rechten Weichselufer vor der Kunzendorfer Kampe begonnen, wozu 20000 \mathcal{M} disponirt sind. Die Abpflasterung von 29 Buhnen am linken Weichselufer zwischen Kl. Schlanz und Gerdin, wofür 195000 \mathcal{M} veranschlagt sind, wurde gleichfalls in Angriff genommen.

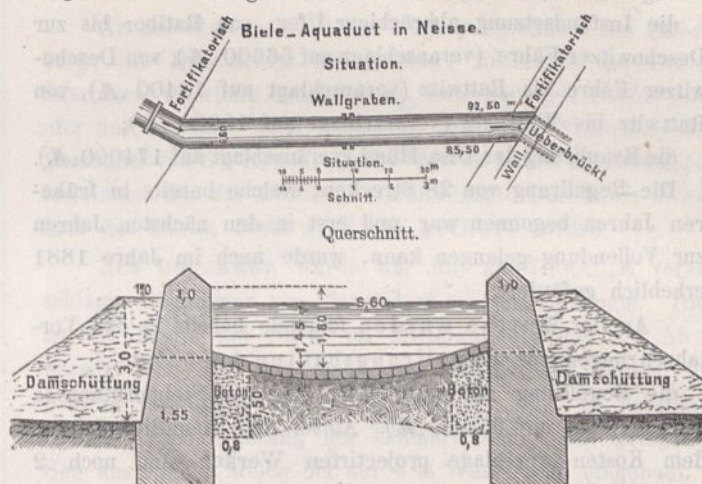
Die Erhöhung der beiden Canaldeiche bei Pieckel wurde in der Hauptsache vollendet und mit der Erhöhung und Verbreiterung der Communicationsdeiche daselbst, veranschlagt zu 408000 \mathcal{M} , begonnen. Die Erhöhung ist auf durchschnittlich 1,5 m anzunehmen, und die Kronenbreite ist auf 5 m bestimmt. Die Böschungen erhalten landseitig eine zweifache, wasserseitig eine dreifache Anlage. 3 m unter der Krone wird landseitig ein 5 m breites Bankett angeschüttet.

Im Baukreise Culm wurden im Jahre 1881 für die Weichselregulirung auf 309100 \mathcal{M} veranschlagte Neubauten und auf 189900 \mathcal{M} veranschlagte Unterhaltungsbauten ausgeführt. Desgleichen im Baukreise Marienwerder auf 125000 \mathcal{M} veranschlagte Neubauten und auf 211000 \mathcal{M} veranschlagte Unterhaltungsbauten. Im Baukreise Thorn wurden für Neubauten 183950 \mathcal{M} und für Unterhaltungsbauten 58972,26 \mathcal{M} verausgabt.

Die Correction des Przemsa-Flusses (XV) erfolgte im Anschluß an die bereits regulirte Flußstrecke von Stat. 35 bis Stat. 2. Zur Ausführung gelangten 14 Parallelwerke mit 11 Anschlußbuhnen, 2 Durchstiche und 3 Uferabgrabungen

sowie die entsprechenden Deckwerke der neu gebildeten Ufer. Veranschlagt sind hierfür 73000 \mathcal{M} .

In Neisse (XV) wurde ein Umbau des Biele-Aqueductes ausgeführt. Der Aquaduct leitet das Wasser der Biele über den Wallgraben nach der inneren Stadt. Das ungefähr 94 m lange Wasserbett hat nach den beistehenden



Skizzen eine Breite von 6,60 m und liegt mit seiner Sohle durchschnittlich 1,25 m über der des Wallgrabens. Die Mauerhöhe über der Sohle des Aqueducts beträgt 2,20 m. Nach Trockenlegung des Wasserbettes, wozu eine hölzerne Interimsleitung erforderlich war, deren Kosten 5000 \mathcal{M} betragen, wurde das gesammte alte Mauerwerk abgetragen und bis zur Sohle aus rechteckig bearbeiteten Werkstücken, von da ab in Klinkern und Cement neu aufgeführt. Die Mauern haben am Fuße 1,55 m, an der Krone 1,00 m Stärke erhalten. Unterhalb der Sohle ist längs der Mauern auf den Innenseiten eine Betonirung von durchschnittlich 1,50 m Tiefe und 0,80 m Breite angelegt, und die Sohle mit Lette und darüber liegender Pflasterung gedichtet. Außerhalb sind längs der Mauern Erddämme mit 1,0 m Kronenbreite und $1\frac{1}{2}$ facher Böschung angelegt. Anschlagss. 26000 \mathcal{M} .

Die auf 11000 \mathcal{M} veranschlagte Verbreiterung des Horle-Flusses im Kreise Guhrau (XIII) wurde soweit bewirkt, daß die Sohle des Flußbettes innerhalb der betreffenden Strecke auf eine Breite von 11,3 m gebracht wurde. Die Dossirungen der neuen Ufer erhielten zweifache Anlage.

An der Oder wurden im Laufe des Jahres 1881 folgende bereits in den Vorjahren begonnene Regulirungsarbeiten vollendet:

die Regulirung unterhalb Milzig bis zur Nadube oberhalb Saabor (auf 320000 \mathcal{M} veranschlagt), die Regulirung von Elendkrug bis Fürstenberg (auf 204000 \mathcal{M} veranschlagt), die Regulirung bei Zaeckerick (auf 194000 \mathcal{M} veranschlagt), die Regulirung bei Bellinchen (auf 112800 \mathcal{M} veranschlagt), die Regulirung von Frankfurt bis Schwedt (auf 855471 \mathcal{M} veranschlagt) und endlich die in diesem Jahre begonnene Regulirung von Ratibor bis zur Deschowitzer Fähre (auf 20000 \mathcal{M} veranschlagt).

Neu begonnen wurden im Laufe des Jahres 1881: die Nachregulirungen von Janowitz bis Pleischwitz (veranschlagt auf 200000 \mathcal{M}), von Pleischwitz bis Ottwitz (veranschlagt auf 200000 \mathcal{M}), von Barteln bis Grüneiche (veranschlagt auf 62000 \mathcal{M}) und bei Oswitz (veranschlagt auf 76000 \mathcal{M});

ferner die Regulirung in der Gegend des Wartenberger Hauses (veranschlagt auf 52700 *M.*) und die Regulirung durch Baggerungen, wofür vorläufig bis zum Etatsjahre 1884/85 einschliesslich 76000 *M.* in Aussicht genommen sind;

die Herstellung eines Winterhafens zu Oppeln (veranschlagt auf 18000 *M.*);

die Instandsetzung abbrüchiger Ufer: von Ratibor bis zur Deschowitz Fährre (veranschlagt auf 66600 *M.*), von Deschowitz Fährre bis Rattwitz (veranschlagt auf 18400 *M.*), von Rattwitz bis Weistritz (veranschlagt auf 15000 *M.*);

die Regulirung der Olsa-Münd. (veranschlagt auf 174000 *M.*).

Die Regulirung von 28 Strecken, welche bereits in früheren Jahren begonnen war und erst in den nächsten Jahren zur Vollendung gelangen kann, wurde auch im Jahre 1881 erheblich gefördert.

An der Warthe wurden folgende bereits in den Vorjahren begonnene Regulirungsbauten beendet:

die Regulirung unterhalb Mornn bis zum Siebenruthensee (veranschlagt auf 95000 *M.*). Aufser den sämmtlichen nach dem Kosten-Anschlage projectirten Werken sind noch 2 neue Buhnen auf dem rechten Ufer ausgeführt;

die Regulirung bei Orzechowo durch einen 275 m langen Durchstich und 37 Buhnen (veranschlagt auf 34500 *M.*);

die Regulirung bei Hohensee durch 36 Buhnen (veranschlagt auf 45500 *M.*);

die Regulirung bei Krojkowo durch 54 Buhnen (veranschlagt auf 37200 *M.*);

die Regulirung bei Rogalinek durch 58 Buhnen (veranschlagt auf 39600 *M.*);

die Regulirung bei Niwka durch 45 Buhnen (veranschlagt auf 35000 *M.*);

die Regulirung unterhalb der Festungsschleusenbrücke bei Posen durch 20 Buhnen (veranschlagt auf 11500 *M.*);

die Regulirung zwischen Czerwonak und Owinak durch Verlängerung von 79 alten und Erbauung von 52 neuen Buhnen (veranschlagt auf 63000 *M.*);

die Regulirung bei Stobnica durch Verlängerung von 24 alten und Erbauung von 22 neuen Buhnen (ausgeführt für 18795 *M.*);

die Regulirung bei Kobylarnia durch Verlängerung bez. Erbauung von 32 Buhnen (veranschlagt auf 25870 *M.*);

die Regulirung bei Krynice durch Verlängerung von 15 alten und Erbauung von 12 neuen Buhnen (veranschlagt auf 16120 *M.*);

die Regulirung bei Lauske durch Verlängerung von 28 alten und Erbauung von 13 neuen Buhnen (veranschlagt auf 20110 *M.*), und

die Anlage eines Leinpfades zwischen der neuen Strafsenbrücke und der Ostbahnbrücke über die Warthe bei Cüstrin (veranschlagt auf 55400 *M.*).

Neu begonnen wurden im Jahre 1881:

die Regulirung bei Rogalin durch 3 Durchstiche und 45 Buhnen (veranschlagt auf 56000 *M.*);

die Regulirung bei Wiorek durch einen Durchstich und 39 Buhnen (veranschlagt auf 47000 *M.*), und

die Regulirung von Gr. Staroleka bis Posen (ohne Anschlag), für welche bis jetzt 31575 *M.* verausgabt sind).

Von den Arbeiten für die Schiffbarmachung der oberen Netze wurde im Jahre 1881 ein grosser Theil beendet; die übrigen, sowie die in früheren Jahren begon-

nenen und bis jetzt nicht vollendeten Arbeiten auf der ganzen Stromstrecke wurden in diesem Jahre lebhaft fortgeführt.

Vollendet wurden in diesem Jahre: die Regulirungen unterhalb der Drage-Mündung, bei Zweigershof und bei Weissenhöhe.

Neu begonnen wurde die Regulirung der Netze bei Trebitsch (veranschlagt auf 22000 *M.*) durch Erbauung von 14 neuen und Verlängerung von 6 alten Buhnen, und die Regulirung unterhalb Filehne mittelst zweier Durchstiche (veranschlagt auf 25000 *M.*), welche soweit gefördert sind, dass sie bereits benutzt werden können. Ein dritter Durchstich ist in Aussicht genommen.

An der Elbe wurden im Laufe des Jahres 1881 folgende in früheren Jahren begonnene Bauten zu Ende geführt:

die Vervollständigung der Correction innerhalb der Strecke von Plothas bis Stehla, von Pülswerda bis Torgau und von Torgau bis zum rothen Ochsen;

2 Deckwerke am Friedrich-Wilhelmsgarten bez. der kleinen Stadtmarsch, 2 Deckwerke am Werkleitzer Ufer und Hasselbusch und ein Deckwerk am Jagel'schen Vorlande. Von letzterem war der untere im vorigen Jahre neu aufgeschüttete Theil durch das Hochwasser wieder fortgerissen worden. An Stelle des abgetriebenen Theiles ist ein Parallelwerk aus Faschinen etc. in der üblichen Weise hergestellt worden;

die Normalisirung bei Nigripp, die Normalisirung des 1. Viertels der 1., 2. 3. und 5. und des 4. Viertels der 4. Buhnenmeister-Strecke und die Normalisirungen von Hinzdorf bis zum Wittenberge'schen Hafen.

die Buhnenarbeiten bei Bartelswerder, am Lenzener neuen Hause, am Kuhsandwerder, unterhalb Vietze, am Brandlebener Werder, bei Wusseger, bei Hitzacker, oberhalb Klein-Kühren, unterhalb der Dachauer Fährre, oberhalb des Heisterbusches, bei Terperhude, bei Lauenburg, am Avendorfer Zollwerder, bei Elbstorf, bei Lassroenne, bei Hane, an der Ilmenau-Mündung bei Hoopte, bei Over und bei Bullenhausen.

Neu begonnen wurden folgende Bauten:

die Aufhöhung der Buhnen vor dem Koerben und Kückenwerder (veranschlagt auf 15400 *M.*). Dieser Bau ist in demselben Jahre fertig gestellt.

die Vervollständigung der Correction von Rothe Ochse bis Prettin (veranschlagt auf 81200 *M.*). 30 Buhnen und 129 Grundswellen;

die Vervollständigung der Correction von Priesitz bis Cloeden (veranschlagt auf 143200 *M.*). 77 Buhnen, 38 Grundswellen und 750 lfd. m zu hinterfüllendes Parallelwerk;

die Vervollständigung der Correction vom Püsteritzer Holze bis zur Anhaltischen Grenze (veranschlagt auf 84800 *M.*). 48 Buhnen und 23 Grundswellen;

die Normalisirung unterhalb der Nute-Mündung (veranschlagt auf 688000 *M.*). 14 Buhnen, 1 Deckwerk und Grundswellen;

die Anlage eines Winterhafens bei Magdeburg (veranschlagt auf 190000 *M.*). Das jetzt zum Hafen in Anspruch genommene Terrain ist schon im Jahre 1846 theilweise zur Anlage eines Hafens benutzt worden (siehe Blatt 16, Jahrgang 1879); indessen brach 1847 der Damm zwischen Hafen und Zollelbe, und versandete infolge dessen das Hafen-Bassin.

Jetzt ist ein neuer Schutzdamm an der Zollebe, stromseits mit $1\frac{1}{2}$ facher, hafenseits mit 2facher Böschung hergestellt. Längs der stromseitigen Böschung ist unter dem kleinsten Wasserstande eine Pfahl- bez. Spundwand geschlagen, auf welche sich die 1 m breite Sandsteinplattirung der Böschung stützt. Oberhalb der Sandsteinplatten ist Kopfsteinpflaster auf Schüttung von grobem Kies angeordnet. Die Bassinseite ist mit Flachrasen und einzelnen Streifen Kopfrasen gedeckt. Die $1\frac{1}{2}$ m breite Deichkrone ist gepflastert, der Damm mit Treppen und Anbindepfählen versehen. Der Hafen wird 116 Fahrzeuge fassen können und erhält 38 Pfahlböcke, aus je 2 Pfählen bestehend, zur Befestigung der Fahrzeuge;

die Normalisirungen in der Wasserbau-Inspection Stendal (veranschlagt auf 69400 + 74600 + 75700 + 49700 + 77300 \mathcal{M}).

die Normalisirungen von Wahrenberg bis Müggendorf (veranschlagt auf 151000 \mathcal{M}), von Vietze bis unterhalb Mödlich (veranschlagt auf 67000 \mathcal{M}), von unterhalb Poelitz bis unterhalb Grippel (veranschlagt auf 68000 \mathcal{M}), am Quickborner und Damnatzer Ufer (veranschlagt auf 49200 \mathcal{M}), vor Bohnenburg und am Wehninger Werder (veranschlagt auf 29000 \mathcal{M}), am Strachauer und Penkefitzer Werder (veranschlagt auf 84000 \mathcal{M}), am Bitter'schen Vorlande und Caarsener Werder (veranschlagt auf 20000 \mathcal{M}), am Gr.-Spoelkenwerder (veranschlagt auf 22400 \mathcal{M}), am Privelacker Deiche und Werder (veranschlagt auf 26800 \mathcal{M}), bei Drethem und Glienitz (veranschlagt auf 56000 \mathcal{M}), am Kl.-Kührener Vorlande, Neu-Darchauer Werder und Darchauer Deiche (veranschlagt auf 23000 \mathcal{M}), am Konauer, Cateminer und Bruchdorfer Werder (veranschlagt auf 73000 \mathcal{M}), am Garger Ufer und Werder (veranschlagt auf 60000 \mathcal{M}), am Streitwerder neben und unterhalb Stiepelse (veranschlagt auf 46300 \mathcal{M}), am Weidenwerder, Schlofswerder, Reineckenort und Bleckeder Werder (veranschlagt auf 76000 \mathcal{M}), am Heisterbusch und der Lankenweide (veranschlagt auf 60000 \mathcal{M}), am Brackeder Werder und Glober (veranschlagt auf 27000 \mathcal{M}), vor der Stadt Lauenburg (veranschlagt auf 20200 \mathcal{M}), am Tesper Werder und Bülden (veranschlagt auf 23000 \mathcal{M}), unterhalb Tesperhude und am Georgs-Werder (veranschlagt auf 10600 \mathcal{M}), von Elbstorf bis Drennhaus (veranschlagt auf 15000 \mathcal{M}), bei Haue (veranschlagt auf 14200 \mathcal{M}), am Fliegenberg—Bozenweider Vorlande (veranschlagt auf 56500 \mathcal{M}) und oberhalb Harburg (veranschlagt auf 62400 \mathcal{M}); die Baggerungen der ungetheilten Elbe unweit der Separationsspitze zu Moerwerder (veranschlagt auf 46000 \mathcal{M}) und in der Süderelbe zwischen Harburg und Moerburg (veranschlagt auf 47960 \mathcal{M}).

An den übrigen bereits in früheren Jahren begonnenen Anlagen wurden die Arbeiten eifrig fortgesetzt.

An der Saale wurden im Jahre 1881 beendet: die Regulirungen unterhalb der Gosecker Mühle, unterhalb der Dürrenberger Fähre, unterhalb der Oebnitz-Schleuse und oberhalb des Dorfes Roefsen.

Neu begonnen wurden: die Anlage eines Deckwerkes am linken Ufer bei Roefsen und Schüttung zweier Grundswellen (veranschlagt auf 11700 \mathcal{M}).

die Anlage eines Deckwerks an dem Magdeburg-Leipziger Eisenbahndamm oberhalb Trabit (veranschlagt auf 16250 \mathcal{M}) und

die Erbauung von 8 Buhnen unterhalb der Steinpflüge (veranschlagt auf 15000 \mathcal{M}).

Diese Bauten gelangten in demselben Jahre zur Vollendung. Auch an den übrigen, in früheren Jahren begonnenen und noch nicht vollendeten Regulirungswerken wurden die Arbeiten nach Kräften gefördert.

An der Havel sind die Regulirungsbauten bei Havelberg, die Durchstiche bei Roskow, unterhalb des Dorfes Saaringen, oberhalb Brandenburg, unterhalb des Dorfes Bohnitz und bei dem Dorfe Warnow, sowie die Vertiefung des Dammgrabens bei Ketzin, ferner der im Laufe des Baujahres begonnene und auf 44000 \mathcal{M} veranschlagte Durchstich unterhalb des Dorfes Dietz zu Ende geführt worden.

Neu begonnen wurde nur die auf 70000 \mathcal{M} veranschlagte Regulirung von Pichelsdorf bis zum Gemünde. Hier ist die Breite der Havel im Mittelwasserspiegel auf 55 m normirt und sind demgemäß die vorhandenen Buhnen um 5 m zu verlängern und die Deckwerke um 5 m herauszurücken. Zur Sicherung der Einfahrt vom unten gelegenen See aus sind 2 Molen bis auf 4 m Wassertiefe eingebaut.

An der Spree wurden die Regulirungsbauten bei der Stadt Unsal, die Verbesserung des Fahrwassers zwischen Rahmsdorf und dem Dämeritz-See sowie die Verbesserung des Fahrwassers der Dohme vollendet.

Neu begonnen wurde nur der Abbruch der alten und die auf 27000 \mathcal{M} veranschlagte Errichtung einer neuen Mole im Dämeritz-See unterhalb der Brücke bei Erkner.

An der Weser wurden folgende in den Vorjahren in Angriff genommene Bauten im Laufe des Jahres 1881 zu Ende geführt:

die Correctionen im Schnetzer unterhalb Latferde im Amte Hameln, unterhalb Brevörde im Amte Polle, oberhalb der Wille zwischen Schlüsselburg und Stolzenau, vom Nottorfer Werder bis zur Heinhude, unter dem Badener Hochufer, am Bursfelder Wehr, Mäusekopf und hohen Ufer und in den Gemarkungen Eisbergen und Möllenbeck.

Neu begonnen wurden im Laufe des Jahres 1881:

die Correction an der Eisenbahnbrücke bei Ohsen bis zur Fähre bei Ohr (veranschlagt auf 22000 \mathcal{M}), 24 Grundswellen und 22 Buhnen;

die Correction am Ziegenkopf bei Wehrbergen im Amte Hameln (veranschlagt auf 25000 \mathcal{M}), 9 Grundswellen und 25 Buhnen;

die Correction beim Doerverder Brink (veranschlagt auf 18300 \mathcal{M}), 3 Grundswellen und 17 Buhnen;

die Correction am s. g. Dorn, oberhalb Landesbergen im Amte Stolzenau (veranschlagt auf 15600 \mathcal{M}), 32 Buhnen;

die Vervollständigung der Correction in der Nähe Allerort's durch Armirung von 2 Correctionswerken mit Steinen (veranschlagt auf 12600 \mathcal{M});

die Anlage einer Hafenanlage am Hafen daselbst (veranschlagt auf 46000 \mathcal{M});

die Correction am Boffzer Kopf. Dieselbe besteht in der Ausbaggerung einer 25 m breiten Fahrrinne, in der Anlage eines 783,5 m langen Parallelwerkes, in der Anlage von 11 neuen und 4 zu verlängernden Buhnen und in der Ausführung von 2 Grundswellen. Sie wird ohne Anschlag ausgeführt;

die Regulirung im Schiefen Kopf, Wahnbecker Kopf, in der alten Siburg und im Schubkarrenwehr durch Baggerung der Köpfe, durchgehende Einschränkung der Strombreite und ein Grundswellensystem (veranschlagt auf 25000 \mathcal{M}), und die Regulirung in der Aulange (veranschlagt auf 14000 \mathcal{M}).

Die folgenden Bauten wurden im Jahre 1881 angefangen und beendet:

die Vervollständigung der Correction an der Bierdener Bucht (veranschlagt auf 15100 \mathcal{M});

die Anlage von Hilfsbuhnen in der Strecke von Faehr bis zur Frühplate (veranschlagt auf 30000 \mathcal{M}). Die Hilfsbuhnen schliessen an die Hauptbuhnen in der Nähe des Kopfes und je nach der Verlandung 12 bis 20 m von denselben entfernt an und sind parallel mit dem Stromstriche gerichtet, haben auch meistens zum Schutze gegen Unterspülung einen parallel zu den Hauptbuhnen gerichteten Kopf. Der Zweck dieser Hilfsbuhnen besteht darin, die durch die Hauptbuhnen erzielten Anlandungen, die zum Theil aus losem, weichen Schlamm bestehen, zu sichern, das Zurücktreiben des dahinter gelagerten Baggersandes in die Fahrbahn zu verhindern, die Strömung gleichmässiger zu gestalten und damit die Unterhaltung des Fahrwassers zu erleichtern;

die Correction bei der Vörsener Eisenbahnbrücke durch Anlage eines 320 m langen Parallelwerkes am rechten Weserufer (veranschlagt auf 13500 \mathcal{M});

Herstellung von 37 Stück Stromschwelen in der Gemarung Fuhlen und Oldendorf (veranschlagt auf 12500 \mathcal{M}).

An der Aller wurde am sogenannten strammen Orte eine auf 20600 \mathcal{M} veranschlagte Correction durch Anlage von 7 Werken am linken Ufer und Abgrabung bez. Abbaggerung des schädlichen rechtsseitigen Vorsprungs begonnen.

An der Hamme wurde der auf 81000 \mathcal{M} veranschlagte Durchstich bei Ritterhude zu Ende geführt. — Neu begonnen wurden zwei andere Durchstiche bei Ritterhude (auf 21250 bez. 61750 \mathcal{M} veranschlagt).

An der Ems wurden die in früheren Jahren begonnenen Correctionsarbeiten bei Emen und Hitter, Amt Aschendorf, und am s. g. Zitter, Amt Meppen, zu Ende geführt.

Neu begonnen wurden:

die Correction bei Haren durch 48 Buhnen (veranschlagt auf 16900 \mathcal{M});

die Correction bei Husen, im Amte Aschendorf, durch 30 Buhnen (veranschlagt auf 70000 \mathcal{M});

die Wiederherstellung und Ergänzung der drei obersten Werke der im Jahre 1873—74 ausgeführten Correction bei Herbrum (veranschlagt auf 25300 \mathcal{M});

die Correction bei Jemgum durch 22 Buhnen (veranschlagt auf 70000 \mathcal{M});

die Coupirungen des linken Armes bei Petkum (veranschlagt auf 51650 \mathcal{M}).

Für die Unterhaltung der Stromcorrectionsanlagen in der ca. 90 km langen Stromstrecke sind 22900 \mathcal{M} veranschlagt.

Am Rhein wurden im Reg.-Bez. Wiesbaden der Ausbau des Hafens zu Schierstein fortgesetzt, der Ausbau der fiscalischen Alluvionen bei Schierstein und Geisenheim (veranschlagt auf 20000 \mathcal{M}) wurde beendet und die Regulirung von Biebrich bis Rüdeshcim (veranschlagt auf 20000 \mathcal{M}) neu begonnen.

Im Bezirk der Rheinstrom-Bauverwaltung wurden im Laufe des Jahres 1881 vollendet:

die Verlängerung der Nordspitze der Insel Oberwerth, Uferschützenanlagen am linken Rheinufer unterhalb dieser Insel, sowie Regulirung und Befestigung der Ufer in dem abgesehenen linksseitigen Stromarme, der sogenannten Rheinlache. Die Ausführungskosten der ohne Anschlag ausgeführten Arbeiten haben rund 101800 \mathcal{M} betragen;

die Regulirung am Kesselheimer Grund, im linken Stromarme am Niederwerth unterhalb Coblenz. Die Ausführungskosten belaufen sich auf etwa 140000 \mathcal{M} gegen 100000 im Anschlag;

die Erhöhung des Leinpfades vor Leutesdorf;

die Anlage von 12 Zwischenwerken in den Buhnenintervallen vor dem rechten Ufer unterhalb Wiesdorf;

die Regulirung der Stromstrecke unterhalb des Kirberger Orts bei Zons;

der Ausbau des Leinenpfades am linken Ufer oberhalb der Weseler Schiffsbrücke;

die Verbauung der linksseitigen Uferbucht bei Rhens am sogenannten Bungert;

Neu begonnen wurden im Jahre 1881 folgende Bauausführungen:

die Regulirung bei Braubach (vorläufig auf 410000 \mathcal{M} veranschlagt). Es soll das rechte Ufer zu einer fortlaufenden Concave ausgebaut, später auch das linke Ufer so weit vorgeschoben werden, dass eine Strombreite von 280 bis 300 m in Höhe von + 3,00 Coblenzer Pegel verbleibt. Die rechtsseitige Uferanschüttung wird stromseitig bis zur Höhe von + 2,5 m Coblenzer Pegel durch Steinschüttungen, darüber durch Pflaster in 1½ facher Anlage gedeckt;

die Wiederherstellung und Verlängerung des Parallelwerkes am rechten Ufer der Mosel-Mündung (veranschlagt auf 30000 \mathcal{M});

der weitere Ausbau der Uferstraße und Ausbaggerung der Hafengebucht unterhalb Brohl (veranschlagt auf 50000 \mathcal{M}), und die Fortsetzung der Regulirung unterhalb der Hafengebucht (veranschlagt auf 139000 \mathcal{M});

die Regulirung an] der Herseler Insel (veranschlagt auf 63000 \mathcal{M});

die Befestigung des in Folge der oberhalb belegenen Correctionswerke bei Hittorf stark angegriffenen Hochufers oberhalb Blee (veranschlagt auf 10500 \mathcal{M});

die Regulirung am sogenannten Plaththals unterhalb Worringen durch 9 Buhnen von einer Gesamtlänge von 719 m und Baggerungen (veranschlagt auf 70000 \mathcal{M});

die Vertiefung des Sicherheitshafens in Düsseldorf auf eine Normaltiefe von 1,64 m unter Null des Pegels (ohne Anschlag);

die Regulirung an der Eisenbahnbrücke bei Rheinhausen durch 26 Buhnen und Baggerungen (überschläglicly auf 300000 \mathcal{M} veranschlagt).

die Regulirung an der Knipp'schen Waard abwärts bis unterhalb der Emscher-Mündung;

die Erbauung von 3 Grundswellen vor dem rechten Ufer des Budericher Canals oberhalb der Schiffbrücke bei Wesel (veranschlagt auf 10000 \mathcal{M});

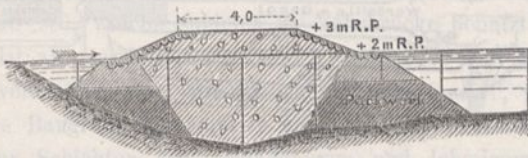
die Anlage einer Traverse sowie eines Anschlusses an den Sommerleinfeld bei Vynen (veranschlagt auf 14500 \mathcal{M}), von welcher nachstehend die Situation mit den verschiedenen Querschnitten skizzirt ist. Die Traverse ist ganz in Packwerk

erbaut, die Krone zwischen Flechtbäumen mit Steinpackung versehen;

Parallelwerk vor dem Vynnschen Gatt.



Profil durch das Parallelwerk.



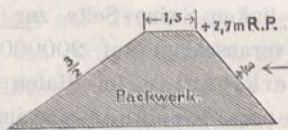
Profil durch die Wertherskribbe.



Profil durch die Terschlussenkribbe.



Profil durch die Traverse.



die Regulierung bei Mehlem in Verbindung mit der Anlage eines Ladeplatzes (veranschlagt auf 140000 *M.*) durch Erbauung von 17 Bühnen und Abbaggern des Rhoendorfer Grundes.

Bei den Felsensprengungen von Bingen bis St. Goar wurden im Ganzen 1648 Löcher von 244457 cm Gesamttiefe gebohrt und gesprengt, und 2625 cbm Felsen abgeräumt.

An der Lahn wurde der Ausbau eines Leinpfades oberhalb Dausenau begonnen (veranschlagt auf 16000 *M.*); außerdem wurden extraordinäre Baggararbeiten (veranschlagt auf 10000 *M.*) vorgenommen.

An der Saar wurde der Ausbau eines 884 m langen Leinpfades an der sogenannten Canzemer Kehr zum Betrage von rund 16670 *M.* ausgeführt (veranschlagt auf 18500 *M.*).

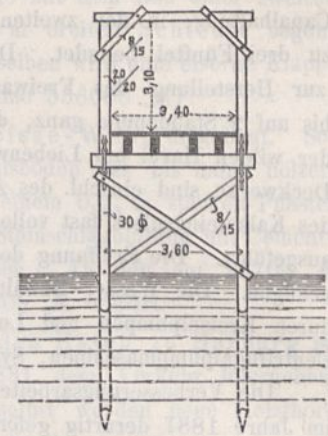
In der Ruhr wurden zwischen den Schleusen zu Herbede und Blankenstein am sogenannten Brämchen eine Regulierung durch Bühnen, Grundswellen, ein Parallelwerk und Baggerungen in Angriff genommen, um eine Stromschnelle zu beseitigen (veranschlagt auf 18000 *M.*).

Am Hafen von Ruhrort sind die Arbeiten des Vorjahres weiter- und mehrfache für den Betrieb erforderliche Geleisanlagen ausgeführt.

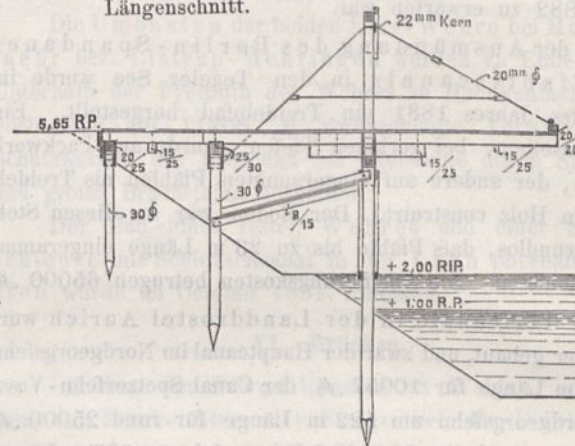
Dasselbst wurde mit der Herstellung von 18 Ladebühnen begonnen (veranschlagt auf 19800 *M.*). Dieselben sind an den südlichen Ufern des Hafens in Entfernungen von durch-

schnittlich 43 m angelegt. Die Bühnen, deren Construction beistehend skizzirt ist, sind rot. 12 m lang, zwischen den mittleren Ständen 3,40 m breit und bestehen aus $1\frac{5}{25}$ cm starken eichenen Balken mit 5 cm starkem Bohlenbelag auf eingerammten eichenen Pfählen. Der vordere 5 m lange Theil schwebt mittelst Rückhaltstangen frei über Wasser und verjüngt sich am Ende auf 1,76 m, um ein möglichst

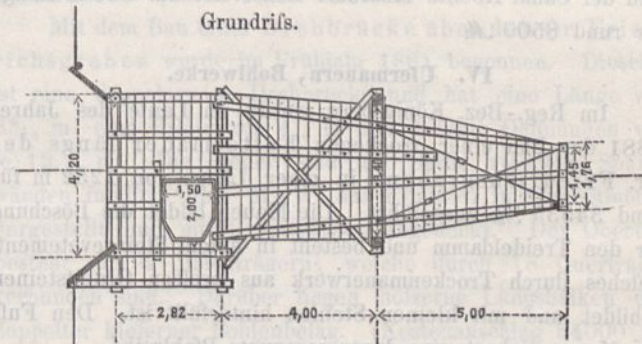
Querschnitt.



Längenschnitt.



Grundriß.



weites Eindringen der Bühne über Schiffsbord zwischen Takelage und Decküberbauten zu ermöglichen.

III. Canalbauten.

Beim Bau der fünften geneigten Ebene des Elbing-Oberländischen Canals, deren Eröffnung im October 1880 erfolgt war, mußte in Folge Dammbrechens im Mai 1881 der Betrieb wieder eingestellt werden. Die im Erdauftrage befindliche Canalstrecke hat sich nicht als wasserdicht bewährt. Die Sohle und Böschungen des Canalbettes sollen daher mit wasserdichter Lehmschicht bekleidet und mit einer Schutzdecke von Kies versehen, sowie die Dammböschungen durch Erdanschüttungen verstärkt werden; veranschlagt sind hierfür 200000 *M.*

Am Bromberger Canal wurde die Vertiefung der Scheitelstrecke zwischen der 8. und 9. Schleuse und Senkung des Wasserspiegels, sowie die Regulierung der Schleusengefälle auf der Brahetreppe weitergeführt.

Für den im Jahre 1880 (s. Jahrg. 1882 S. 293) begonnenen Schiffahrtscanal von Zehdenick nach Liebenwalde sind die Erd- und Baggararbeiten in der Strecke von der Zehdenicker Schleuse bis zur Abzweigung des Frei-

wassercanals beendet, ebenfalls die Erdarbeiten der ersten Canalhaltung; in der zweiten Haltung sind die Erdarbeiten zu drei Fünftel beendet. Die Erd- und Bagger-Arbeiten zur Herstellung des Freiwassercanals bei Zehdenick sind bis auf 2 Staudämme ganz, diejenigen zur Wiedereröffnung der wilden Havel bei Liebenwalde zur Hälfte beendet. Die Deckwerke sind einschl. des Aufbringens der Spreutlage und des Kalksteingrusses fast vollendet, die Bohlwerke sämtlich ausgeführt. Die Eröffnung des Canals sollte im Herbst 1882 erfolgen. Die Wasser-Bewältigung bei den Bauten erfolgt durch Kreiselpumpen und Locomobilen und durch Patent-Centrifugalpumpmaschinen, System Brodnitz und Seydel.

Die Verbesserungsarbeiten des Finow-Canals wurden im Jahre 1881 derartig gefördert, daß ihre Vollendung im Jahre 1882 zu erwarten war.

An der Ausmündung des Berlin-Spandauer Schiffahrtscanals in den Tegeler See wurde im Laufe des Jahres 1881 ein Treidelpfad hergestellt. Ein Theil desselben, bei geringen Tiefen, wurde aus Packwerk errichtet, der andere auf eingerammten Pfählen als Treidelbrücke in Holz construirt. Der Boden war an diesen Stellen so grundlos, daß Pfähle bis zu 23 m Länge eingerammt werden mußten. Die Ausführungskosten betragen 65000 \mathcal{M} .

Die Torfcanäle in der Landdrostei Aurich wurden weiter gebaut, und zwar der Hauptcanal im Nordgeorgsfehn um 600 m Länge für 10057 \mathcal{M} , der Canal Spetzerfehn-Vossbarg-Nordgeorgsfehn um 522 m Länge für rund 25000 \mathcal{M} und der Canal Abelitz-Moordorf-Bensersiel um 323 m Länge für rund 8500 \mathcal{M} .

IV. Ufermauern, Bohlwerke.

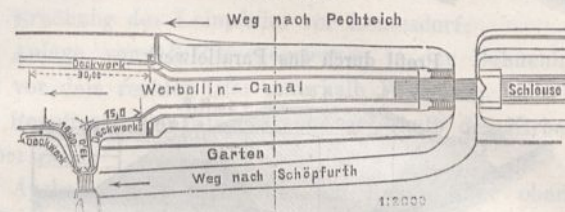
Im Reg.-Bez. Königsberg wurde im Laufe des Jahres 1881 der Bau einer trockenen Futtermauer längs des Gr. Friedrichsgrabens in einer Länge von 1252 m für rund 34535 \mathcal{M} ausgeführt. Die Mauer bildet die Böschung für den Treideldamm und besteht in einem Steinrevetement, welches durch Trockenmauerwerk aus großen Granitsteinen gebildet und mit kleinen Steinen hinterfüllt ist. Den Fuß der Mauer sichert eine davor gerammte Pfahlreihe.

In Neufahrwasser wurde der Abbruch der Bruchsteinmauer zwischen der Ziegelmauer und dem alten Lootsenbootshafen und Wiederaufbau einer neuen Quaimauer durch Ausführung der noch fehlenden Erd- und Planierungsarbeiten, sowie durch Beseitigung des Fangedammes im Laufe des Jahres 1881 beendet. Ebenso wurde der Wiederaufbau der eingestürzten Quaimauer oberhalb des 1. Kochhauses bis auf das Anbringen des oberen Gurtungsholzes und Befestigen der Reibepfähle an demselben mittelst hölzerner Knaggen zu Ende geführt. Auch der Abbruch und Wiederaufbau der übergewichenen Quaimauer in der Nähe des 4. Kochhauses (veranschlagt auf 58000 \mathcal{M}) ist vollendet. — Der Abbruch der Schleuseninsel daselbst und die Erbauung einer neuen Quaimauer am linken Ufer des Hafencanals wurde wesentlich gefördert. Die Vollendung des Pfahlrostes wurde dadurch aufgehalten, daß sich neben der alten Steinschleuse in der Linie der neuen Mauer alte Steinkisten vorfanden, deren Beseitigung große Mühe und Zeit erforderte. Die Schwierigkeiten des Rammens in Triebsand wurden dadurch überwunden, daß die Pfähle mittelst starker Pumpen und eiserner Rohre in den Boden hineingespritzt wurden. Die Erfolge

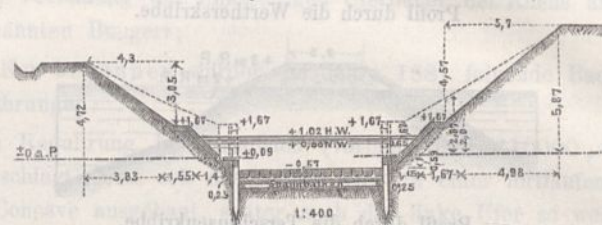
waren so bedeutende, daß, während früher von einer Ramme täglich nur 2 bis 3 Pfähle, jetzt in einem Tage bis 16 Spundpfähle eingetrieben wurden. Außerdem war, wie sich beim Aufgraben zwecks Betonirung herausstellte, die Dichtigkeit der Spundwand eine vorzügliche.

Unterhalb der Schleuse zu Eichhorst am Werbellin-canal wurden die Bohlwände durch gemauerte Böschungen ersetzt. Das auf beiden Seiten unterhalb der Schleuse hergestellte, im Ganzen 143,6 m lange Bohlwerk besteht,

Situation.



Querschnitt.



wie vorstehend skizzirt ist, aus eingerammten, unter Wasser verholzten Pfählen, darüber aus 1 Stein starkem, in Cementmörtel hergestelltem Klinkermauerwerk. Die Sohle zwischen beiden Bohlwerken ist gut mit großen Steinen abgedeckt. Ausführungskosten 11975 \mathcal{M} .

In Swinemünde wurde die 675 m lange Bohlwerksanlage auf der linken Swine-Seite zur Verlängerung des Hafenhofes (veranschlagt auf 200000 \mathcal{M}) vollendet.

Die Bohlwerksbauten im Hafen zu Colbergerrmünde und Rügenwaldermünde sind im Laufe des Jahres 1881 zu Ende geführt.

V. Schleusen, Wehre.

Im Reg.-Bez. Potsdam wurde im Laufe des Jahres 1881 eine Schleuse mit Füllbassin und Brücke über dem Oberhaupt im Canal Rheinsberg-Pälitz-See für ungefähr 94000 \mathcal{M} fertig gestellt (s. Zeichnung auf Bl. 29). Das Oberwasser steht mit dem Pälitz-See direct in Verbindung. Da von mecklenburgischer Seite die Wasserentnahme zur Füllung der Schleuse nicht gestattet wurde, so muß dieselbe durch Schöpfmaschinen aus dem Unterwasser bewirkt werden. Diese Maschinen, eine offene Schnecke, welche durch eine kleine Windmühle getrieben wird, und zur Aushilfe eine Centrifugalpumpe mit Locomobile, heben das Wasser in ein Bassin. Aus diesem wird die Schleuse durch eine Speisearche gefüllt. Die Schleusenhäupter sind in gewöhnlicher Weise auf Beton zwischen Spundwänden fundirt. Bemerkenswerth ist die Construction der Kammer, deren Wände nur aus abgeplatteten Böschungen bestehen, welche sich in der Sohle der Kammer auf eine 3 m tiefe Spundwand stützen.

Für den Canal Zehdenick-Liebenwalde wurde eine Schleuse mit Speisearche bei Crewelin (veranschlagt auf 140000 \mathcal{M}) bis auf das Einbringen der Thore beendet. Dieselbe ist (vergl. die Zeichnungen auf Bl. 29) einschiffig, 5,34 m in den Thorkammern breit und 45,5 m von Drempeel zu Drempeel lang. Zum Füllen und Entleeren der Kammer

sollen Drehschützen verwendet werden. Die Construction ist dieselbe wie bei der vorhergehenden Schleuse. Die Speise-arche besteht aus zwei Seitenmauern, zwischen denen die Schützenconstruction, ein System von 4 Drehschützen, angeordnet ist. An die Flügelmauern schliessen sich die abgepflasterten Böschungen an. In der unteren Haltung sind von der Sohle bis zum Normalwasserstande statt des Böschungspflasters Steinschüttungen auf Faschinen vorgesehen, auf welchen die oberen, gepflasterten Böschungen ein sicheres Fundament finden. Das Archenfundament ist ein von Spundwänden umgebenes Betonbett von 1,5 m Stärke.

Die Havelfreiarche bei Zehdenick (veranschlagt auf 127000 \mathcal{M}), welche zugleich als Fahrbrücke benutzt werden soll, ist als massive Brücke mit 3 Oeffnungen von je 6,0 m Lichtweite construiert. Sie ist auf Pfahlrost fundirt, weil der sichere Baugrund sich erst in gröfserer Tiefe vorfindet, und darüber Schichten von schlammigem und lehmigem Sande liegen, die einem Betonbett keine sichere Unterlage hätten gewähren können. Das Einrammen der Spundwände mit einem Arbeitsraum von nur 15 cm hat sich nicht bewährt, da die Pfähle stark nach innen drängen. Es empfiehlt sich, diesen Raum 40 bis 60 cm weit zu nehmen. Neben der Fahrbahn liegt, durch ein Brüstungsmauerwerk getrennt, die Bedienungsbücke für die Schützen.

Für denselben Canal befindet sich die Schleuse mit Speise-arche bei Bischofswerder (veranschlagt auf 157500 \mathcal{M}) in der Ausführung. Die Anordnung ist dieselbe wie bei der Schleuse bei Crewelin, nur mit dem Unterschiede, dafs noch über dem Oberhaupt eine Brücke ausgeführt werden wird.

In Stat. 91 desselben Canals wurde ein gufseiserner Dücker (veranschlagt auf 27000 \mathcal{M}) hergestellt. Derselbe besteht, wie aus den Skizzen auf Bl. 29 zu ersehen, aus 2 gemauerten Fallkesseln, welche durch 3 einfache, 1 m im Lichten weite, gufseiserne Rohrstränge, deren Oberkante 1 m unter Canalsohle liegt, verbunden sind. Die Fallkessel, welche zugleich die Schlammfänge bilden, sind auf Schwellrost fundirt. Die Rohrleitung ist auf hölzernen Langschwelen, welche wieder durch Querschwellen unterstützt werden, gelagert. Die elastische Verbindung der einzelnen, 4 m langen Rohrstücke geschieht durch Muffen, welche durch eingekeilte Theerstricke und Bleiringe gedichtet werden. Während der Bauausführung mußte die Baugrube für die Fallkessel durch Stülpwände gesichert werden, um den in Folge des aus feinem Schwemmsande bestehenden Untergrundes sehr starken Wasserzudrang abzuhalten.

Der Bau der Schleuse zu Woltersdorf wurde bis auf die Beseitigung der Fangedämme und Herstellung der Uferanschlüsse an das Oberhaupt fertig gestellt.

Für die 1. Eberswalder Schleuse wurde eine auf 11900 \mathcal{M} veranschlagte Verbesserung der Umläufe begonnen.

Oberhalb der Oranienburger Schleuse wurde das bisherige Freigerinne, das sehr nahe an der Schleuse lag und deshalb der Benutzung der Schleuse hinderlich war, durch eine Coupirung geschlossen, und etwa 200 m oberhalb desselben ein neuer Durchstich nach dem Freiwasserlauf hergestellt, der beiderseitig mit Packwerk eingefafst ist. Der Durchstich ist 20 m breit und mit einer Treidelbrücke überbrückt. An den Anschlagkosten von 20000 \mathcal{M} sind 2550 \mathcal{M} erspart.

Bei Brandenburg wurde mit dem Bau einer zweiten massiven, 67 m langen, 16,6 m breiten Schleuse begonnen. Ueber das Oberhaupt derselben wird eine eiserne Klappbrücke gelegt. (Anschlagssumme 556000 \mathcal{M})

Bei Glatz wurde das Neisse-Wehr umgebaut. Sowohl der Vor- als der Abschußboden des bis dahin hölzernen Hauptwehres wurden mit einem 0,60 m starken Pflaster von schweren Granitsteinen in Steinschlagbettung mit Cementvergüß und Ausfugung versehen. An den auf 28700 \mathcal{M} veranschlagten Kosten sind 2208 \mathcal{M} erspart.

Die Seeschleuse für den Hafen zu Harburg ist fertig gestellt und im Juni 1881 dem Verkehr übergeben. In die alte Hafenschleuse daselbst wurden neue Holzthore (veranschlagt auf 45000 \mathcal{M}) eingehängt.

Die Umbauten der beiden Ems-Wehre bei Hanekenfachr bez. Lstrup-Mehringen wurden zu Ende geführt. Unterhalb der Freifluth des Wehres zu Hanekenfachr wurde noch eine auf 11200 \mathcal{M} veranschlagte Verstärkung der Schutzwerke, der Ufer und der Flußsohle durch Sinkstücke und große Bruchsteine ausgeführt.

Der Bau eines festen Wehres und einer Schiffschleuse mit Schleusencanal in der Lahn oberhalb Kalkofen wurde im October 1881 vollendet.

VI. Brücken.

Der Bau der Pregelbrücke zu Wehlau, sowie der Bau der Brücke über die Sorge bei Alt-Dollstädt sind im Laufe des Jahres 1881 vollendet.

Mit dem Bau einer Drehbrücke über den Gr. Friedrichsgraben wurde im Frühjahr 1881 begonnen. Dieselbe ist eine doppelarmige Drehbrücke und hat eine Länge von 33,4 m, eine Breite von 4,6 m und 2 lichte Oeffnungen von je 12,00 m. Die Pfeiler sind auf Beton zwischen Spundwänden fundirt, über M.-W. aus Klinkern in Cementmörtel hergestellt und mit Granitplatten abgedeckt. Der Oberbau besteht aus 2 Blechträgern, welche durch 18 Querträger verbunden sind. Darüber liegen hölzerne Längsbalken und doppelter kieferner Bohlenbelag. (Kostenanschlag 54000 \mathcal{M})

In Gumbinnen wurde der Bau einer massiven Brücke über den Pissa-Flufs (siehe Zeichnungen auf Bl. 29) begonnen. Die beiden Land- sowie die beiden Strompfeiler sind in Bruchsteinmauerwerk mit Verblendung in schlesischem Granit ausgeführt. Der eiserne Oberbau besteht aus 9 continüirlichen Blechträgern von 39,4 m Länge, welche die Fahrbahn aus Kopfsteinpflaster auf verzinkten Buckelplatten und die Trottoirplatten direct auf Bleiplatten tragen. Die Fundirung sämmtlicher Pfeiler erfolgte auf Betonschüttung zwischen geschlagenen Spundwänden. Kostenanschlag 107500 \mathcal{M} einschließlich der auf 5100 \mathcal{M} veranschlagten hölzernen Nothbrücke, welche in Folge des großen Verkehrs nothwendig war. Die Brücke konnte im November dem Verkehr übergeben werden.

Bei Schirwindt wurde der Bau einer massiven Brücke über den Grenzflufs Schirwindt in Angriff genommen. Die aus Ziegelmauerwerk mit theilweiser Verblendung in schlesischem Granit aufgemauerten Pfeiler sind auf 2,5 m hohen Fundamenten von gesprengten Feldsteinen in Cementmörtel zwischen Spundwänden fundirt. Die Brücke hat 2 Durchflußöffnungen von je 25,6 m lichter Weite, wovon die eine Strom-, die andere Fluthöffnung ist. Die Stützweite

der parabolischen Hauptträger, welche eine lichte Entfernung von 6,4 m von einander haben, beträgt 27,5 m. Die hölzerne Brückenbahn ist 59,0 m lang und 6,8 m breit. (Kostenanschlag 178500 *M.*)

Bei Niederfinow wurde eine Erweiterung der Zugbrücke begonnen, welche die Herstellung eines massiven Strom- und eines massiven Landpfeilers, sowie eines hölzernen Zwischenjoches erfordert. Die Fundirung erfolgt auf Pfahlrost. Der Oberbau ist aus Holz construiert. (Kostenanschlag 21000 *M.*)

In ähnlicher Weise kamen Erweiterungsbauten zur Ausführung: bei Heegermühle (veranschlagt auf 30000 *M.*), zu Messingwerk (veranschlagt auf 25500 *M.*), bei Dorf Zerpenschleuse (veranschlagt auf 16000 *M.*), bei Eberswalde (veranschlagt auf 16000 *M.*), zu Kupferhammer (veranschlagt auf 23000 *M.*), bei Marienwerder (veranschlagt auf 29000 *M.*), bei Ruhlsdorf (veranschlagt auf 29000 *M.*), bei Vorwerk Zerpenschleuse (veranschlagt auf 21500 *M.*) und bei Liebenwalde (veranschlagt auf 29000 *M.*)

In der Schifffahrtsstraße von Rheinsberg bis zum Paelitz-See gelangten 7 Brücken in gleichen Constructionen zur Ausführung. (Anschlagkosten pro Brücke 15000 *M.*)

Bei Crewelin wurde eine 24,54 m lange und 4,00 m breite Canal-Brücke hergestellt, deren Construction auf Bl. 29 skizzirt ist. Die 3 Mittelpfeiler sind auf je zwei Brunnen mit ovalem Querschnitt fundirt. Die kostspieligen Flügel sind hier vermieden. Die Landpfeiler sind nur wegen der starken Torf- und Moor-Schicht so tief herunter geführt. Der Ueberbau besteht aus I-Eisen. Der Leinpfad ist auf ausgekragten Eisenbahnschienen an beiden Seiten durchgeführt. (Anschlagkosten 15000 *M.*)

Bei Liebenwalde wurde eine Brücke über die wilde Havel mit massiven Landpfeilern auf Pfahlrost, hölzernen Jochen und einfachen, durch Sattelhölzer unterstützten Brückenbalken ausgeführt. (Anschlagkosten 36000 *M.*)

Die Arbeiten an der Oderbrücke bei Cüstrin wurden bis auf die Ausführung verschiedener Nebenbaulichkeiten zu Ende geführt.

Bei dem Dorfe Griefstedt wurde im Zuge der Chaussee von Kindelbrück nach dem Bahnhofe Griefstedt der Magdeburg-Erfurter Eisenbahn eine Brücke über die Lossa erbaut. Die Brücke erhält 2 massive Land- und 2 Strompfeiler mit 3 Oeffnungen von 11,4 m Lichtweite. Der Baugrund besteht aus Dolomitmergelfelsen. Die Pfeiler werden aus Kalksteinen in Cementmörtel aufgemauert und ihre Ansichtsflächen aus Kalksteinquadern, in den Vorköpfen jedoch aus Kyffhäuser Sandstein hergestellt. Der eiserne Oberbau wird aus zwei Blechträgern mit dergleichen Querträgern gebildet und mit buchenen Bohlen überdeckt. Die 38,4 m lange Fahrbahn hat 4,00 m Breite; neben der Fahrbahn befinden sich 2 etwas erhöhte Fußgänger-Banketts von je 0,8 m Breite. (Anschlagkosten 25000 *M.*)

Bei Hoya wurde im April 1881 mit dem Bau einer massiven Brücke über die Weser begonnen. Dieselbe überschreitet nur den Hauptschlauch der Weser, nicht aber das ganze Hochwassergebiet derselben. Die Brücke hat 3 Oeffnungen, 2 von je 25,5 m und eine von 31,5 m lichter Weite; sie ist zwischen den Geländern 7,8 m breit und hat 2 Strom- und 2 Landpfeiler. Die Brückenbahn wird von Bogenträgern mit Kämpfercharnieren ohne Scheitelcharniere

getragen. In der Mittelöffnung bleibt für die Schifffahrt bei dem höchsten schiffbaren Wasserstande noch eine lichte Nutzhöhe von 5 m. In diesem Jahre sind die 4 Pfeiler aufgemauert und ein Theil der Rampen angeschüttet. Die Uebergabe zur Benutzung für den Verkehr sollte voraussichtlich am Schluß des Jahres 1882 erfolgen. (Anschlagssumme 400000 *M.*)

In der Stadt Hannover wurde an der am Ende der 40er Jahre erbauten Friederikenbrücke über die Leine eine Erneuerung des Oberbaues sammt Unterlagen und eine Verstärkung der Brückenjoche vorgenommen. Die Brücke hat massive Landpfeiler und 2 hölzerne Joche. Die Brückenbahn ruht auf schmiedeeisernen Fischbauchträgern nach Laves'schem System, welche unter der Fahrbahn von Joch zu Joch reichen, unter den Fußwegen dagegen sich zwischen den Landpfeilern frei tragen. Die Fahrbahn erhält einen Belag aus 15 cm starkem, die Fußwege aus 8 cm starkem Eichenholze. (Anschlagssumme 16663 *M.*)

Bei Steinkirchen wurde im Zuge der Stade-Francooper Chaussee über die schiffbare Lühe eine neue hölzerne Zugbrücke mit 3 Mittel- und 2 Landjochen erbaut. Die Durchfahrtsöffnung von 7,0 m lichter Weite ist mit 2 Klappen überbrückt, welche durch auf Portalen gelagerte Gatter im Gleichgewicht gehalten werden. Die Länge der Brücke in der Fahrbahn beträgt 23,6 m, die Breite der Fahrbahn zwischen den Geländern auf der festen Brücke 4 m, auf den Klappen 2,8 m. (Anschlagssumme 16600 *M.*)

Ueber die Ahe wurde eine auf 16928 *M.* veranschlagte Brücke im Ems-Leinpfade bei Glesen erbaut. Dieselbe hat 3 Oeffnungen von je 11 m Stützweite. Die beiden Mitteljoche sowie die beiden Uferjoche bestehen je aus 3 schmiedeeisernen Pfählen von I-Eisen, welche am Fusse mit einem Schuhe versehen und etwa 4 m in den Boden eingespritzt sind. Oben sind dieselben durch schmiedeeiserne I-förmige Querträger verbunden. Der Oberbau besteht aus 4 je 1 m von einander entfernten I-Trägern, zwischen welche Tonnenbleche eingespannt sind. Auf diese Tonnenbleche ist eine Theerconcretdecke gebracht, welche die eigentliche Brückenbahn bildet. Der seitliche Abschluß der Concretdecke erfolgt durch Winkeleisen, welche an die Längsträger genietet sind und zugleich die Geländersäulen aufnehmen. Beide Seiten der Brücke sind durch ein leichtes, schmiedeeisernes Geländer eingefasst. Die Uebergabe für den Verkehr erfolgte im Anfange des Monats December.

VII. Dampfschiffe, Dampfbagger, Prähme und Fähranlagen.

Für die Fähranstalt an der Kaiserfahrt wurde im Jahre 1881 ein eiserner Fährprahm mit Kettenwinde beschafft, welcher zur Aufnahme zweier der größten dort überzusetzender Fuhrwerke geeignet ist.

Für die Wasserbau-Inspection Labiau wurde ein eiserner, auf 22000 *M.* veranschlagter Dampfbagger neu beschafft. Derselbe hat eine Länge von 11,00 m, eine Breite von 5,8 m und einen Tiefgang von 0,8 m. Das eiserne Schiffsgefäß hat an seinem vorderen Ende einen Schlitz, in welchem sich die 11,00 m lange Eimerleiter mit 24 Baggereimern von je 0,04 cbm Inhalt bewegt. Die Maschine ist eine 8pferdige, liegende Hochdruckmaschine mit Stephenson'scher Umsteuerung und macht 96 Umdrehungen in der Minute.

Für die Oderstrombau-Verwaltung wurden 2 auf 10000 \mathcal{M} veranschlagte Kasernenschiffe erbaut. Dieselben haben den Zweck, die Bühnenarbeiter nach jedem beliebigen Punkte dirigiren und ihnen ein angemessenes Nachtlager gewähren zu können, was bei dem Mangel an nahe gelegenen Ortschaften sich als nothwendig herausgestellt hat. Die Größe der Schiffe ist so bemessen, daß je eine Colonne von 20 Arbeitern unter Aufsicht eines Vorarbeiters in einem Schiffe untergebracht werden kann. Die Lagerfäche sind 1,2 m breit, 1,8 m lang und 0,3 m über dem Boden liegend. Die Länge eines Schiffes beträgt am Bord 20 m, die Breite 4 m.

Es wurden ferner für dieselbe Verwaltung 6 auf 18000 \mathcal{M} veranschlagte Baukähne beschafft. Dieselben sind 16,00 m lang, 2,0 m im Boden breit und bestehen aus 7 bez. 9 cm starken Hölzern mit 48 Stück Winkeleisen als Spanten.

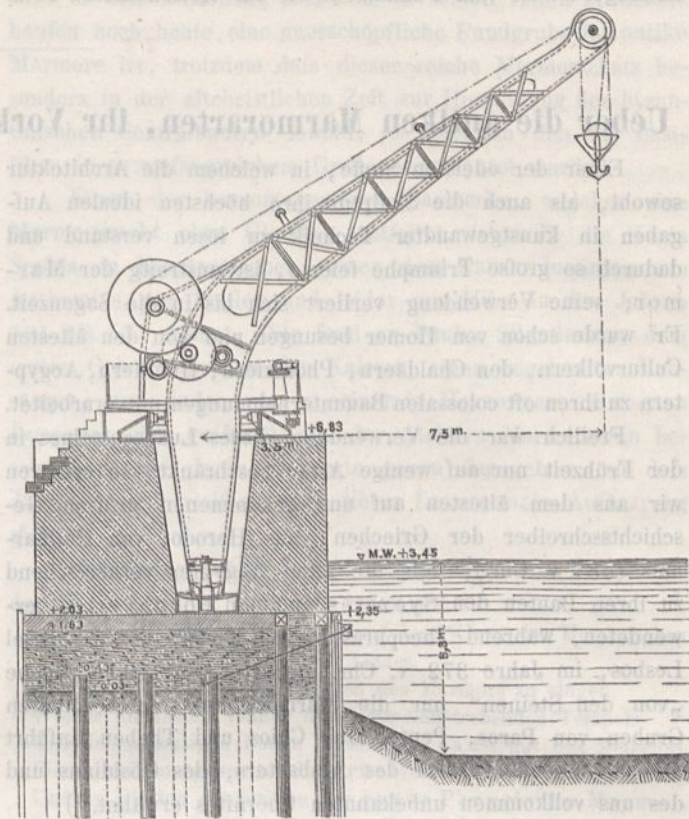
Für die Trajectanstalt an der Süderelbe zu Harburg wurde eine eiserne Ziehfähre erbaut. Dieselbe besteht aus mit Eisenblech bekleideten eisernen Spanten, eisernen Decksbalken und Deck mit Schleifsdeck aus 5 cm starken kiefernen Bohlen. Die Schanzkleidung besteht ebenfalls aus Eisen. Die Blechstärken variiren zwischen 5 und 7 mm. Die Auffahrtsklappen bestehen aus Eichenholz. Die Länge beträgt ohne Klappen 16,00 m, die Breite 6,00 m, der Tiefgang leer 0,6 m und die Deckhöhe über Wasser unbeladen 0,45 m in der Mitte, 0,20 m an den Enden. Sie besitzt bei 20 cm Eintauchung eine Tragfähigkeit von 18000 kg. Die Kosten betragen 15800 \mathcal{M} .

Unterhalb des Neumühlen'er Quai's bei Altona sollen drei eiserne Pontons von je 30 m Länge, 8 m Breite und 1,10 m Tiefe für eine Zollabfertigungsstelle auf der Elbe zwischen Duc d'Alben so festgelegt werden, daß kleinere Schiffe bis zu 2 m Tiefgang bei jedem Wasserstande dort anlegen können. Es werden zu diesem Zwecke 4 Duc d'Alben parallel mit dem Ufer so eingerammt, daß zwischen je zweien ein Ponton eingelegt wird. Die Pontons erhalten an beiden Enden angenietete Führungskasten, welche sich zwischen den lothrecht eingeramnten äußeren Pfählen der Duc d'Alben auf und nieder bewegen, und werden durch leichte Verbindungsbrücken mit einander verbunden. Zum Schutz der ganzen Anlage gegen Eisgang werden auf jedem Ende zwei Eisbrecher aufgeführt. Auf dem mittleren Ponton werden die Büreaulocalien in einem Aufbau von 20 m Länge und 5 m Breite eingerichtet. Jedes der beiden äußeren Pontons wird mit einem Waage-Häuschen nebst Waage und mit zwei festen Krähen von 750 kg Tragfähigkeit ausgerüstet. Anschlagssumme 113000 \mathcal{M} .

VIII. Vorrichtungen zur Bedienung von Schiffsgefäßen.

Für den Hafen zu Neufahrwasser wurde der nachstehend skizzirte Krahn von 500 Ctr. Tragfähigkeit hergestellt. Das Verlegen bez. Aufstellen der Verankerungstheile des Krahnes wurde gleichzeitig mit dem Aufmauern des Fundamentes begonnen. Dasselbe ist aus Bruchsteinen in Cementmörtel ausgeführt und nur in seiner Abdeckung und in den über Terrain befindlichen sichtbaren Seitenflächen mit bearbeiteten Granitsteinen verblendet. Die Höhe des Fundamentklotzes beträgt 4,8 m, die Länge 8,0 m und die

Breite 7,55 m. Der Krahn ist nach Fairbairn'schem Princip construirt. Die Ausladung desselben beträgt von der Ketten-



mitte bis zur Mauervorderkante 7,50 m, bis zur Drehachse 11,00 m. Die totale Hubhöhe beträgt 17,2 m. Der Querschnitt des ganzen drehbaren Auslegers ist kastenförmig. Außer den beiden Seitenwänden ist noch eine Mittelwand angeordnet, welche als voller Blechträger hergestellt ist, während die beiden mit dieser Mittelwand durch die Vorder- und Rückwand fest verbundenen Seitenwände im untern Theile als volle Blechträger, im oberen, dem geraden Auslegertheile, aber als Fachwerksträger construirt sind. Die Lager für das Räderwerk zum Heben und Senken der Last liegen in entsprechender Höhe über der Plattform und zwar theils im eigentlichen Ausleger, theils in den nach hinten über die Gurtung hinaus verlängerten Seitenblechen desselben. Letztere tragen außer den Lagern einiger Vorlegewellen speciell die Lager der Kettentrommel. Die Last wird von 3 Ketten mit je 30 mm Eisenstärke getragen. Die Windevorrichtung ist derartig eingerichtet, daß durch 8 Mann eine Last von 25000 kg gehoben werden kann. Auf den Kurbelwellen befinden sich 2 Getriebe von verschiedener Größe, durch deren Einwirkung zwei verschiedene Uebersetzungen erzielt werden können. Außerdem kann man die leere Kette und ganz kleine Lasten mit größerer Geschwindigkeit durch Ausschalten einer ganzen Uebersetzung heben. Die Winde ist mit einer sehr sicher wirkenden, mit Holz gefütterten Bremse und mit doppeltem Sperrzeug versehen. Der Krahn ist bereits mit Erfolg benutzt worden.

Unterhalb der Festungsschleusen-Brücke bei Posen wurde ein neuer Mastenkrahn errichtet. Das Fundament desselben ist 4,5 m lang, 3,00 m breit und 6 m tief und ringsum von einer Spundwand umgeben. Die beiden Widerlagsbrunnen für die Widerlagskette haben je einen Durchmesser von 2,5 m und sind 5,5 m tief gesenkt. Die

Wangen derselben sind $1\frac{1}{2}$ Stein stark, 1 m hoch mit Beton ausgefüllt und dann mit Ziegeln ausgemauert. Das Krahngerüst ist vom Fundament bis zur Kettenscheibe 15 m

hoch und aus Winkeleisen mit flachseitigen Diagonalen hergestellt. Die Tragfähigkeit des Krahns beträgt 2500 kg. Verausgabt sind rund 12850 \mathcal{M} .

Ueber die antiken Marmorarten, ihr Vorkommen und ihre Verwendung im Alterthum.

Einer der edelsten Stoffe, in welchem die Architektur sowohl, als auch die Skulptur ihre höchsten idealen Aufgaben in kunstgewandter Technik zu lösen verstand und dadurch so große Triumphe feierte, ist unstreitig der Marmor; seine Verwendung verliert sich bis in die Sagenzeit. Er wurde schon von Homer besungen und von den ältesten Culturvölkern, den Chaldäern, Phöniziern, Hebräern, Aegyptern zu ihren oft colossalen Bauunternehmungen mitverarbeitet.

Freilich war die Verwendung dieses Luxusgesteines in der Frühzeit nur auf wenige Arten beschränkt; so erfahren wir aus dem ältesten auf uns gekommenen großen Geschichtsschreiber der Griechen, aus Herodot von Halikarnafs (484 v. Chr.), daß die alten Aegypter vorherrschend zu ihren Bauten den Syenites und den Porphyrites verwendeten, während Theophrastus von Eresius auf der Insel Lesbos, im Jahre 372 v. Chr. gebürtig, in seinem Buche „von den Steinen“ nur die Marmore aus den berühmten Gruben von Paros, Pentelikon, Chios und Theben anführt und so nebenbei noch des Alabasters, des Obsidians und des uns vollkommen unbekanntes Chernites erwähnt.¹⁾

Hier möge sofort darauf aufmerksam gemacht werden, daß man im Alterthume alles Gestein Marmor nannte, das seiner Härte und Feinheit wegen sich schleifen und poliren ließ und dadurch einen lebhaften Glanz annahm;²⁾ so war der von Theophrastus erwähnte Marmor von Theben identisch mit unserem Granit und auch sämtliche Porphyre wurden zu den Marmorarten gezählt.

Ueberhaupt ist dem Marmor nahezu von allen älteren Schriftstellern der Griechen und der Römer eine hervorragende Beachtung zu theil geworden, und namentlich war es Plinius der Aeltere, welcher in seiner Historia naturalis, im XXXVI. Buche, eine ziemlich ausführliche Beschreibung der ihm bekannten Marmorarten gegeben hat, zugleich aber die Unmöglichkeit aussprach, alle Marmorarten, ihrer zahllosen Menge wegen, aufzählen zu können.

Mit herben Worten geißelt dieser, beim bekannten Ausbruche des Vesuv (79 n. Chr.) seiner Witsbegierde zum Opfer gefallene Gelehrte den übertriebenen Luxus, welchen man zu Rom, besonders zur Kaiserzeit, mit der Verwendung selbst der kostbarsten Luxus-Gesteine trieb, die man sogar zur Herstellung von Thürschwellen und Fußböden — also zu ganz ordinären Zwecken — benutzte.

Viel schärfer hatten sich jedoch schon früher Seneca (geb. 2 n. Chr.), und Plutarch (geb. 54 n. Chr.) über den unerhörten Luxus der Kaiserzeit ausgesprochen.

Der erstere³⁾ stellt die frühere Zeit mit der späteren in Parallele; vom Scipio Africanus, dem ausgezeichneten Feldherrn und Staatsmanne Roms († 183 v. Chr.) sagt er: Sein Landhaus sei aus gewöhnlichen Quadersteinen (Tuff)

erbaut gewesen, nach alter Art mit engem dunkeltem Badegemach versehen; „unter solchem so unscheinbaren Dache stand er, dieser so einfache Fußboden trug ihn! jetzt aber, wer ertrüge es, sich wie Scipio zu baden?“

„Arm und gemein kommt sich Jedermann vor, wenn seine Wände nicht von großen kostbaren Scheiben strahlen, wenn nicht der Alexandrinische Marmor mit Numidischem ausgelegt ist, wenn nicht eine kunstvolle Bordüre von eingelegten farbigen Steinen gleich einem Gemälde die Decke umrahmt, wenn nicht die gewölbte Decke selbst mit Glas getäfelt ist, wenn nicht Thasisches Gestein — einst in einem oder dem andern Tempel eine seltene Erscheinung — die Bassins umgiebt, in welche wir unsere durch Schwitzen ausgemergelten Körper versenken.“

„Welche Menge von Statuen, von Säulen zeigt sich da, die freilich Nichts tragen, sondern nur als Aufwand und der Zierde wegen aufgestellt sind! Welche Menge von Wasser, das plätschernd über die Marmorstufen herabfließt; ja! wir sind in der Ueppigkeit so weit gekommen, daß wir nur noch auf lauter Edelsteine treten mögen!“

Lassen wir jetzt noch Plutarch¹⁾ sprechen, welcher in seiner Biographie des Valerius Publicola des Tempelbaues des capitolinischen Jupiter erwähnt; nach dreimaliger Zerstörung wurde dieser mächtige Bau vom Kaiser Domitian (51 — 91 n. Chr.) auf den von Tarquinius Priscus errichteten Fundamenten wieder aufgebaut, welche 40000 Pfund Silber gekostet hatten.

„Bei dem heutzutage stehenden Tempel — sagt Plutarch, der Zeitgenosse dieses kaiserlichen Wüstlings — würde der größte Privatreichthum Roms nach genauer Berechnung nicht einmal für die Kosten der Vergoldung hingereicht haben, welche mehr als 12000 Talente²⁾ betragen.“

„Die Säulen sind aus Pentelischem Marmor gehauen und hatten ein sehr schönes Verhältniß der Dicke zur Höhe, und habe ich dieselben zu Athen gesehen. In Rom wurden sie jedoch nochmals behauen und polirt, gewannen aber dabei nicht so viel an Glätte, als sie an Eurhythmie einbüßten, indem durch ihre allzugroße Schlankheit ihre Schönheit bedeutend gelitten hat.“

„Wer jedoch den Luxus des Capitoliums bewundert hat, würde wenn er in dem Palaste Domitians eine einzige Gallerie, eine Fürstenhalle, ein Bad etc. gesehen hätte, sich versucht fühlen, zu dem Kaiser etwas Aehnliches zu sagen, wie der Spruch des Epicharmus an einen liederlichen Verschwender lautete: „Nein du bist kein Menschenfreund, 's ist eine Krankheit, 's ist Gabenwuth!“ Ebenso würde er sprechen: „Es ist nicht Frömmigkeit noch Ehrgeiz bei dir, 's ist eine Krankheit, 's ist Bauwuth! Du willst wie der alte Midas Alles nur von Gold und Marmor haben!“

1) Theophrastus, von den Steinen, aus dem Griechischen von A. H. Baumgärtner, Nürnberg 1770. § 14. S. 43 und folg.

2) Marmor ist abgeleitet von μαρμαρίζω, blinken, glänzen.

3) Siehe Seneca's 86. Brief.

1) Plutarch's Biographien (Valerius Publicola) XV. Cap.

2) 1 Talent = 4710 \mathcal{M} ; 12000 Talente = 56 520000 \mathcal{M} !

Aber nicht die Kaiser Roms allein trieben einen so unerhörten Luxus, derselbe war gang und gäbe geworden bei nahezu allen Herrschern der alten Welt, und besonders ist es der griechische Schriftsteller Athenäus in seinen 230 n. Chr. verfaßten *Deipnosophistae*, welcher den märchenhaften Luxus beschrieben hat, mit welchem ein Alexander der Große, die Ptolemäer, Hieron von Syrakus etc. sich umgaben, und welchen Aufwand dieselben beim Bau ihrer Prunkzelte und Staatsschiffe entfalteten.¹⁾

Marcus Annäus Lucanus²⁾ (geb. 38 v. Chr.) besingt das Prachtgemach der Königin Kleopatra:

„Und es entfaltet vor Caesar Kleopatra Pracht und Verschwendung

Wie sie noch nicht, an den Tiber verpflanzt, Roms Bürger gesehen. Selber der Ort war Tempeln gleich, wie die mächtige Vorwelt Nie sie geseh'n; die getäfelte Deck' erglänzte von Reichthum, Und schwerhängendes Gold verbarg die Gebälke des Hauses. Nicht belegt sind die Wänd' umher mit geschnittenem Marmor: Nein! die Säul' ist Achat, der sonst nicht müßig zu steh'n Pflügt, und Purpurstein; in des Vorhof's sämtlichen Umkreis Treten die Füß' auf Onyx; es deckt die gewaltigen Pfeiler Meröe nicht dein Ebenholz, anstatt des gemeinen Baumes steht es und dient, nicht Schmuck. Die Säle bekleidet Elfenbein und die Schale der Schildkröt' Indiens schaut du Angeheftet den Thüren, die Flecken vermengt mit Smaragden. Gemmen stützen die Lager, von gelbem Jaspis erschimmert Hausgeräth, es strahlet die Deck' in Tyrierfarbe, Lange gekocht und nicht durch einen Kessel vollendet. Goldgestickt ist der eine Theil, ein anderer Scharlach, Wie der Aegyptier pflegt der Gewebe Streifen zu mischen.“

Auch reiche Private leisteten im Luxus das Möglichste; der Dichter Martial schildert in seinen Epigrammen die Thermen der Reichen:

„Vom Taygetos grünet dorten Marmor,
Dort wetteifert Gestein in buntem Schmucke,
Das der Libyer und Phrygier ausgrub;
Schwitzend haucht der Onyx trockene Gluth aus
Und Ophiten erwärmt linde Flamme!“³⁾

Ferner heißt es:

„Lorbeerhain und Palmengehölz und luftige Föhren
Hast du, und Bäder für dich einzelnen Menschen zu groß.
Und dein Porticus ruht auf hundert mächtigen Säulen,
Und wo du hintrittst strahlt Onyx dir unter dem Fuß.“⁴⁾

Noch sei eines dritten Epigrammes von Martial erwähnt, aus welchem hervorgeht, wie die Marmorosaiken aus den edelsten, werthvollsten Gesteinen bestanden, und auch die Marmorlieferanten sich zu nennenswerthen Personen aufgeschwungen hatten:

„Auch reiche Thermen liefs der Prachtfreund (Tucca) aufbauen
Aus allem Marmor, den Carystos liefs brechen,
Den der Phrygier Syenas und der Afrer Nonus hersendet
Und den gespült der grüne Quell des Eurotas.“⁵⁾

Ja! das kaiserliche Rom war in Wahrheit eine Stadt von Marmor, und wenn man bedenkt, daß nicht nur alle Tempel, Kaiserpaläste, Triumphbögen, Mausoleen theils ganz aus Marmor, theils mit Marmor verkleidet waren, daß auch die Paläste der Großen und Reichen, ja selbst eine sehr große Anzahl von Wohngebäuden dieses Schmuckes an Säulen, Pfeilern, Treppen, Wandverkleidungen und Fußbodenmosaikern nicht entbehren konnten, wenn man bedenkt, daß sich

hierzu eine Unzahl von Vasen, Salbgefäßen, Bildsäulen, Portrait-Büsten, Obeliskern, Sarkophagen etc. gesellten, so wird es uns erklärlich, daß Rom in seinen vielen Trümmerhaufen noch heute eine unerschöpfliche Fundgrube für antike Marmore ist, trotzdem daß dieser reiche Marmorschatz besonders in der altchristlichen Zeit zur Herstellung der byzantinischen Centralbauten sowohl, als auch zu den der Basiliken in so umfangreichem Grade ausgebeutet wurde.

Eines der hervorragendsten Bauwerke, welches eine Marmorpracht ohne Gleichen entfaltet, ist z. B. die Hagia Sophia in Konstantinopel, unter dem Kaiser Justinian von Anthemius von Tralles und Isidor von Milet in den Jahren 531 bis 537 erbaut. Sie fand an Paulus Silentiarius, dem ersten Geheimschreiber des Kaisers, einen begeisterten Lob-sänger, und finden wir in seiner in Hexametern verfaßten *ἔγκρασις* eine große Anzahl der edelsten Marmorarten beschrieben und deren Fundorte genau angegeben, so daß dieses Gedicht vielfach über dieses Luxusgestein Aufklärung giebt.

Nur einige wenige Stellen mögen hier Platz finden. In der II. Abtheilung, Vers 201 heißt es:

„Wer vermöcht' es, erfüllt von dem Klang des Homerischen Liedes,

Alle die vielen blumigen Wiesen des Marmors zu singen,
Welche die festen Wände des himmelanstrebenden Tempels
Und den prächtigen Boden verzieren? Es ist mit des Meißels
Eisernem Zahne gespalten der grünliche Stein von Carystos,
Und zu Platten geschnitten der bunte Phrygische Marmor,
Der im rosigen Licht' und von weißen Adern durchzogen,
Oder in blendendem Weiß mit dunklen purpurnen Blumen
Schimmernd zu schauen. Es leuchtet die Menge des seltenen
Marmors,

Den Lastschiffe herbei auf den breiten Gewässern des Nils
Führen, strahlend in Purpur, geschmückt mit kleineren Sternen;
Auch erblickst du das hellere Grün des Lakonischen Marmors,
Und von anderen Steinen in vielfachen Windungen strahlend
Solche, welche die Schlucht des Jasischen Hügels hervor-
bringt,

Schräge durchzogen von Streifen die blutroth oder auch matt-
weiß;

Andere, welche das engere Thal der Lydischen Berge
Sendet hervor mit Blumen von blasser und röthlicher Farbe,
Oder die Libyens Sonne mit ihren goldenen Strahlen
Auf dem weit sich erstreckenden Rücken Maurusischer Berge
Färbt mit goldenem Glanz und dem Schimmer des dunklen
Saffrans,

Oder so viel das Gebirge der Kelten erzeugt in den Gruben
Schimmernd in schwarzer Farbe, doch so, daß Aederchen milch-
weiß

Hier und dort erscheinen in nicht geregelter Windung;
Oder so viel durchleuchtet der kostbare Onyx mit seinem
Strahl von gelblicher Farb' und so, viel die Atrakische Land-
schaft

Pflügt in dem ebenen Feld und nicht auf den Höhen der Berge,
Hier in grünlichem Licht, fast ähnlich dem hellen Smaragde,
Dort in gesättigtem Grün sich nähernd der dunkleren Bläue,
Mancher ist weiß wie der Schnee, doch von schwarzer Schim-
mer umgeben.

Beide Farben gemischt erhöhen dem Marmor die Anmuth.“

An einer anderen Stelle wird gesagt:

„Alle Platten des Bodens hat Protonenses geliefert,
Darzubieten den Rücken der Bürger pflegenden Königin;¹⁾
Auch wohl leuchtet der weiße Schimmer Bosporischer Mar-
mors

Schillernd hervor, an dem Rande von schwarzen Wölkchen um-
dunkelt.“

1) Athenaeus, *Deipnosophistae* V. Buch, 25. u. 50. Cap. und XII. Buch 54. u. 55. Cap.

2) Lucanus (*Pharsalia*) X. Buch 113. v.

3) Martial (*Epigramme*) VI. Buch 42. ep.

4) *Ibid.* XII. Buch 50. ep.

5) *Ibid.* IX. Buch 75. ep.

1) Konstantinopel.

Von den Säulen der Hagia Sophia schreibt Paulus Silentiarius, „dafs sie mit goldenen Häuptern in bunten Gebilden abstrahlen die Blume des Purpurs“, dafs sie „bei Theben, der Stadt an dem Strome des Nils, auf felsiger Kuppe des hohen Gebirges gebrochen“.

Wenn der Marmor in seiner Anwendung gründlich besprochen werden soll, so darf die Zeit der alt-italienischen Gothik nicht unerwähnt bleiben, deren Blüthe in das XII. Jahrhundert fällt und Bauten aufzuweisen hat, welche in Bezug auf Marmor-Architektur und Marmor-Mosaik aus den edelsten Materialien mit den Arbeiten ähnlicher Art aus früherer Zeit jeden Vergleich auszuhalten im Stande sind.

Wir erwähnen hier beispielsweise nur den Dom von Orvieto, 1290 von Meister Lorenzo Maitani zu bauen begonnen, den prächtigen Glockenthurm oder den Campanile neben dem Dome in Florenz, vom Maler Giotto um das Jahr 1334 ausgeführt. In gleicher Weise sind hiernach die Dome von Siena und von Mailand zu nennen, welch' letzterer von dem deutschen Meister Heinrich von Gmund im Jahre 1386 zu bauen begonnen und von Burkhardt in seinem Cicerone „als ein durchsichtiges Marmorgebirge aus den Steinbrüchen von Ornavasso“ bezeichnet wurde, „prachtvoll bei Tage und fabelhaft beim Mondenschein! aufsen und innen voller Skulpturen und Glasgemälde und verknüpft mit geschichtlichen Erinnerungen aller Art, eines Ganzen, desgleichen die Welt kein zweites aufzuweisen hat!“

Ueberhaupt ist Italien als das Land zu bezeichnen, in welchem das Bauen in Marmor nie aufgehört hat; die alte Marmorpracht Roms warf stets ihre Reflexe über dieses an schönen Marmorarten so reich gesegnete Land.

Werfen wir zum Beweise dieser Thatsache einen Blick in die Stadt Rom der neueren Zeit und betrachten z. B. das Treppenhaus des um das Jahr 1792 erbauten Palazzo Braschi, eines Baues unter den 65 anderen ebenso reich ausgestatteten fürstlichen Palästen der alt-ehrwürdigen Pabststadt: „Drei Stockwerke hoch schwingt sich dieser Prachtbau mit seinen 102 Stufen von bläulich-weißem Marmor (Bandiglio) bis zur Vorhalle des III. Stockwerkes, woselbst sich über dem ganzen Treppenhause eine mächtige Kuppel erhebt. Drei Säulenordnungen übereinander bezeichnen die drei Stockwerke, deren Säulen und Pilaster von polirtem Granit, dessen Geländer von carrarischem Marmor hergestellt ist.“

Mosaiken von buntem Marmor schmücken die Absätze der Treppen, Einfassungen von marmo pavonazzetto die Wände, in deren Felder geflügelte Greife die Stucco-Verzierungen bilden; in den Nischen erblickt man die antiken Statuen der Pallas und Ceres, des Achilles und eines römischen Kaisers; die Breite des Treppenhauses ist gegen 11,0 m, die Länge gegen 11,0 m.¹⁾

Nach dieser kurzen geschichtlichen Einleitung soll hier versucht werden, die einzelnen antiken Marmorarten einer specielleren Besprechung zu unterziehen.

Bisher wurden nur diejenigen Arten als antik bezeichnet, deren Fundorte nicht mehr bekannt sind; diese Bezeichnung möchte jedoch insofern eine nicht ganz zutreffende sein, weil man nur zu oft erfahren muß, dafs einzelne Stein-

brüche, besonders solche, welche ein viel gesuchtes und werthvolles Material liefern, in verhältnißmäßig kurzer Zeit total ausgebeutet werden und dann erschöpft sind.

Auf diese Weise sind viele, selbst in unserer Zeit betriebenen Steinbrüche ganz außer Betrieb gesetzt, und werden — gleich wie in früherer Zeit — nach und nach der Vergessenheit anheimfallen, während die in den ältesten Zeiten schon von den Griechen und Römern betriebenen Marmorbrüche am Pentelikon und am Hymettos, wenn auch nach sehr langer Ruhepause, noch heutzutage ausgebeutet werden. Aehnlich verhält es sich mit mehreren Steinbrüchen in den französischen Alpen und in Aquitanien.

Niemand aber wird darüber im Zweifel sein, dafs jene im Alterthume so vielfach verarbeiteten pentelischen, hymettischen und keltischen Marmorarten den antiken zuzuzählen sind, obgleich ihre Fundorte bekannt, obgleich die betreffenden Steinbrüche noch heute in Function sich befinden.

Der Begriff „antiker Marmor“ möchte deshalb in engerem und weiterem Sinne aufzufassen sein; im engeren Sinne empfiehlt es sich, alle diejenigen Marmorarten als antik zu bezeichnen, welche in den alten Classikern Erwähnung gefunden haben, jene Arten jedoch, welche wir einzig und allein nur aus den Ruinen der Bauten der antiken Zeit kennen, würden im weiteren Sinne des Wortes als antik zu bezeichnen sein.

Um die antiken Marmore möglichst übersichtlich zu ordnen, werden sie im Folgenden nach ihren Hauptfarben gruppirt, und zwar unter Mitberücksichtigung der Syenite und Porphyrite der Alten.

I. Die weißen antiken Marmorarten.

1) Der Pentelische oder Attische Marmor

vom Berge Pentelikon in der Nähe Athens, dessen Steinbrüche vom Architekten Friedrich von Gärtner nach mehr als dreihundertjähriger Ruhe neu erschlossen wurden und noch heutigen Tages in Betrieb sind.

Die krystallinisch feinkörnige Structur zeigt vorherrschend eine glänzendweiße Färbung, oft mit lichtbläulichem Schimmer, oft auch wolkig-hellgrau erscheinend.

Ein Theil dieses außerordentlich schönen Bildhauermarmors ist mehr oder weniger mit feinen grünlichen Adern durchzogen und wird dann von den italienischen Steinmetzen marmo cipolla genannt.

Die alten Griechen und Römer schätzten diesen Marmor in hohem Grade, wie dies auch aus vielen Schriftstellern nachzuweisen ist, und wurde derselbe sowohl zu Skulpturen, als auch zu Monumentalbauten und zwar zu Quadern, Platten, Säulen, Mosaiken etc. verarbeitet. Nahezu alle Kunst- und Prachtbauten Attikas, beispielsweise die Tempelanlagen auf der Akropolis und die Athens selbst mit allem ihren so reichen Figureschmucke der Giebfelder und Metopen waren aus Pentelischem Marmor hergestellt, dem man deshalb auch das Epitheton „Attischer“ beigelegt hat.

An den Pentelischen Marmor knüpfen sich in erster Linie Namen wie Phidias, Kallimachos, Polyklet, Praxiteles etc. und sind antike Skulpturen, besonders Statuen, nahezu in allen hervorragenden Kunstsammlungen, ganz besonders zahlreich in der Münchener Glyptothek anzutreffen.

1) A. Stahr, ein Jahr in Italien, III. Band S. 152.

Von dem massenhaften Marmorverbrauch in Athen führt Pausanias ¹⁾ unter anderem ein Beispiel an, indem er berichtet:

„Was aber den Hörenden nicht so anzieht, als den Betrachtenden mit Verwunderung erfüllt, ist ein Stadium von weißem Marmor; seine Größe kann man etwa aus Folgendem bemessen: jenseits Elisos am oberen Ende des Stadium beginnt halbmondförmig ein Berg, und erstreckt sich in gerader Richtung doppelt bis an das Ufer des Flusses. Dieses Stadium hat der Athener Herodes Attikus (geb. 104 n. Chr.) gebaut, und verbrauchte er dazu den größten Theil der Pentelischen Marmorbrüche.“ Auch ein Odeon erbaute dieser Mäcen in Athen und zwar zum Andenken an seine verstorbene Gattin Amina Regilla.

In Rom fand dieses schöne Gestein gleichfalls die umfassendste Verwendung; als das erste Monument, welches aus Pentelischem Marmor (zur Zeit Caesars) errichtet wurde, wird das Grabdenkmal der Caecilia Metella genannt; am bedeutendsten ist aber die Ausbeute dieses von Griechenland importirten Gesteins unter der Regierung des Kaisers Domitian gewesen, wo der Titusbogen in vollen Quadern und in allen seinen Theilen aus diesem edlen Marmor gebaut wurde; daß auch die Säulen des Capitols aus demselben Material gehauen waren, hat uns Plutarch mitgetheilt, und verweise ich in dieser Beziehung auf das in der Einleitung darüber Mitgetheilte.

2) Der Hymettische Marmor

wird von vielen Schriftstellern noch höher als der Pentelische geschätzt. Nach Strabo ²⁾ liegen die berühmten Steinbrüche in der unmittelbaren Nähe von Athen.

Dieser Marmor ist äußerst feinkörnig, von vorherrschend weißgeädertem Ansehen, oft jedoch einen zarten hellblaugrauen Ton annehmend; einzelne Partien zeigen eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Cipollino, und kommen solche Abarten häufig in den Trümmern Roms und an anderen Orten vor.

In Athen wurde auch dieser Marmor zu den mannigfaltigsten Skulpturarbeiten, zu Wandverkleidungen, Fußbodenbelägen, Säulen, sowie auch zu Thüreinfassungen, Akroterien und anderweitigen Bautheilen verwendet.

Plinius ³⁾ berichtet, daß Marcus Brutus den bekannten Redner Lucius Crassus, seines übertriebenen Luxus wegen, deshalb „Palatinische Venus“ geheißsen habe, weil er in seinem Hause auf dem Palatium sechs ausländische und zwar Hymettische Marmorsäulen aufstellen ließ. Trotzdem dieselben nicht höher als 12 Fuß waren, bezeichnete auch der strenge Plinius dies als einen argen Sittenverfall. Nach anderen Mittheilungen scheint es zweifellos, daß der Hymettische Marmor der erste von allen fremdländischen Marmorarten war, der nach Rom importirt worden, und mag dies um das Jahr 662 nach Erbauung der Stadt geschehen sein.

Der Dichter Horaz ⁴⁾ bezeichnet dieses Gestein als besonders zu Wandvertäfelungen geeignet, und erhielt nach demselben Dichter Julius Antonius hundert solcher Säulen zum Geschenk.

1) Pausanias 7. Theil 19. Cap.

2) Strabo X. Buch 23. Cap.

3) Plinius XXXVI. Buch 3. Cap.

4) Flaccus Horatius, Ode an Julius Antonius, IV. Buch, II. Ode, 17. — 20. vers.

Nach Rondelet wurde auf der Insel Braccia an der Küste von Dalmatien ein schöner weißer Marmor gebrochen, welcher nahezu das Aussehen und überhaupt alle Eigenschaften des Hymettischen hatte.

3) Der Parische oder Marpessische ¹⁾ Marmor

von der Insel Paros wird schon von Strabo als das weitaus beste Material für die Bildhauerkunst bezeichnet; weiteres erwähnt dieser Schriftsteller: „daß es wunderbar sei, wie in den Marmorbrüchen die abgehobenen Steinschichten sich stets wieder ergänzten d. h. nachwüchsen.“ Plinius, welcher übrigens derselben wunderbaren Erscheinung Erwähnung thut, nennt den Parischen Marmor Lychnites, Lampenstein, und glaubt diesen Namen daraus zu erklären, daß das Gestein unterirdisch beim Lampenlichte gebrochen werde.

Dies ist jedoch erwiesenermaßen ein Irrthum, da die Brüche von Paros niemals als Stollenbau betrieben worden sind.

Pindar und Anakreon haben dem Parischen Marmor das Epitheton „lygdinos“ gegeben, und zwar wegen seiner das Licht reflectirenden Eigenschaft und wegen seiner glänzenden Weißse.

Der Parische Marmor, welchen Virgil ²⁾ als hartes Marpessisches Gestein bezeichnet, ist unstreitig die Krone aller Steinmaterialien für die Bildhauerkunst; rein weiß, oft mit kaum merklichem röthlichen Schimmer, gleicht er dem Elfenbein, nähert sich der Farbe der sorgfältig gepflegten menschlichen Haut und zeichnet sich ganz besonders durch seine lebhaft transparenten Kantenränder aus.

Ein Theil ist sehr feinkörnig, ein anderer jedoch so grobkörnig wie Steinsalz und wird dann in letzterem Falle Salinischer Marmor genannt; je feiner das Korn, desto geschätzter ist er für die feine Durchbildung in der Skulptur; ja es finden sich Statuen, deren Material wie aus einer milchig-verdickten Masse gegossen erscheint und bei welchen die krystallinisch feinkörnige Structur nur mittelst einer sehr starken Lupe erkannt werden kann.

Der Parische Marmor läßt sich dem Lunensischen gegenüber, seiner geringen Sprödigkeit aber großen Härte wegen ungemein scharf bearbeiten, so daß er der feinsten Durchbildung in den Details von Haaren, Federn etc. fähig ist, der sprödere Lunensische Marmor aber springt viel leichter aus, wenn man zu viel an ihm herumkünstelt.

Nach Plinius wurde der Marmor von Paros vorherrschend zu Bildhauerzwecken verarbeitet; er schien dazu von den Göttern ausersehen, denn es wird erzählt, „daß bei dem Sprengen eines Blockes, nur durch die Keile derer, die ihn auseinander trieben, im Innern das Bild eines Silen's entstanden sei!“

Thatsächlich findet man in allen antiken Skulptursammlungen den Parischen Marmor am häufigsten vertreten, wodurch sich auch die Mittheilung von Pausanias bestätigt, daß aus Parischem Gestein zehn Statuen gegen eine aus Pentelischem hergestellt wurden und auch in der Münchener Glyptothek kann man ein ähnliches Verhältniß beobachten.

In Rom war die viel besungene Capitolinische Venus und das erhabene Brustbild des Antonius, etwas über Lebens-

1) Marpessa war ein Berg auf Paros mit berühmten Brüchen.

2) Virgil (Aeneide) VI. Buch 4710.

gröfse, aus diesem schönen Marmor gehauen, und sollen auch die Moles Hadriani mit Parischem Marmor verkleidet gewesen sein.¹⁾ Da jedoch in den späteren Schriftstellern der Verfallzeit der Parische Marmor mit allen meisten Marmorarten für identisch genommen wurde, so möchte diese Mittheilung mit Vorsicht aufzunehmen sein. Auf vollständigem Irrthum aber beruht der von Prudentius²⁾ gebrachte Bericht, wonach die 80 Säulen der Basilika S. Paolo in Rom aus Parischem Marmor bestanden hätten.

Die italienischen Marmorarbeiter nennen das Gestein von Paros seiner großen Härte wegen *marmo greco duro*.

4) Der Thasische Marmor

von der Insel Thasos, im Aegeischen Meere gelegen, wird von Plinius als einfarbig weiß bezeichnet; Pausanias berichtet, daß dieses Gestein sowohl zur Bildhauerkunst, als auch für architektonische Zwecke in sehr umfangreichem Grade verwendet worden sei, in Athen waren unter anderem vor dem Heiligthume des Olympischen Zeus³⁾ vom Kaiser Hadrian zwei Bildsäulen von Thasischem, drei von Aegyptischem Marmor⁴⁾ aufgestellt. Zur Zeit Seneca's⁵⁾ aber, war der Thasische Marmor in Rom so häufig, daß er selbst zu den allergewöhnlichsten Zwecken diente. Nach Statius⁶⁾ wurde das Badehaus des Claudius Etruscus mit ausgesuchtem Thasischen Marmor bekleidet. Nach Sueton war auch die Areal-Einfriedigung des Monumentes der Domitien von demselben Gestein.

5) Der Lesbische Marmor

hatte seinen Namen von der Insel Lesbos und wird von Plinius als etwas bläulicher im Vergleich mit dem Thasischen Marmor geschildert; er war aber ebenso beliebt wie dieser und wurde deshalb auch zu den verschiedensten Zwecken der Bildhauerkunst, besonders aber zu Statuen, verarbeitet. Auf Lesbos kam jedoch noch eine andere Marmorart vor, die vorherrschend grau mit Uebergängen ins Schwarze, sich besonders zu Wandverkleidungen eignete.

Nach Mittheilungen von Philostratus⁷⁾ liefs der bereits erwähnte Herodes Atticus die ganze Façade seines Hauses mit diesem Gestein bekleiden, um der Innigkeit seiner Trauer über die hingeschiedene Gattin Regilla einen bleibenden Ausdruck zu geben.

6) Der Mylasische Marmor

wird von Strabo⁸⁾ als eine der edelsten weißen Marmorarten bezeichnet, dessen Steinbrüche bei Mylasa, einer Stadt Kariens, sich befanden; sie lagen unmittelbar an einer steil über der Stadt sich erhebenden Berghöhe mit weit überragendem Felsenhange, was einen der römischen Präfecten bei ihrem Anblicke zu der Aeufserung veranlafst haben soll: „Wenn der Erbauer von Mylasa sich nicht fürchtete, schämte er sich dann nicht wenigstens?“

Die überreiche Fülle von Mylasischem Marmor gab Veranlassung, daß die Karischen Städte, besonders Mylasa, mit Säulenhallen und Tempeln, wie kaum irgend wo anders, herrlich geschmückt waren, während die große Nähe der Steinbrüche am Meerbusen von Kos den Schiffstransport dieses werthvollen Gesteins nach Rom sehr erleichterte.

Da man jedoch keine besonderen Merkmale für dieses Gestein aufgestellt hat, so läfst sich gegenwärtig nicht mehr mit Bestimmtheit sagen, welche von den so vielen, in Roms Ruinen vorgefundenen weißen Marmorarten allenfalls aus Mylasa herkommen.

Antonio Nibby¹⁾ vermuthet, daß aller Wahrscheinlichkeit nach die Statuengruppe Laokoons aus Mylasischem Marmor bestehe, da dieselbe nachgewiesenermaßen von den rhodischen Bildhauern Agesander, Polydorus und Anthenodorus in Rhodos angefertigt wurde, und es unter solchen Umständen wohl sehr nahe lag, den vorzüglichen Marmor der in der Nähe liegenden Insel zu diesem Meisterwerke der Skulptur zu verwenden.

7) Der Prokonnesische, Kyzikenische, Bosporisches Marmor.

Dieser im Alterthum so sehr beliebte Marmor wurde nach Strabo²⁾ aus der Krim bezogen; an der betreffenden Stelle heifst es: „Auf der Küstenfahrt von Pavium nach Priapus trifft man sowohl das alte als auch das heutige Prokonnesos (gegenwärtig Marmora), welches eine gleichnamige Stadt und einen sehr berühmten großen Bruch von weißem Marmor besitzt. Die schönsten Bauwerke der dortigen Gegend sind aus diesem Gestein aufgeführt, doch ganz besonders zeichnet sich in dieser Beziehung die Stadt Kyzikos aus, in deren Nähe das gleiche Gestein gebrochen wird.“

Der grobkörnige (salinische) Prokonnesische Marmor wurde in großem Maafsstabe bei dem Tempelbaue der Venus und Roma (von Hadrian 135 n. Chr. erbaut) verwendet, in dem sowohl das Peristyl als auch die Cella daraus besteht.

Nach Plinius³⁾ war das Mausoleum von Halikarnafs das erste Bauwerk, welches mit Prokonnesischem Marmor verkleidet wurde.

Von Salmusius und Kariophilus⁴⁾ wird der Prokonnesische Marmor als weiß mit schwärzlichen, bald geraden, bald geflammten Adern bezeichnet, und scheint hier eine Verwechslung mit dem Bosporischem Marmor vorzuliegen, welcher nach Paulus Silentarius⁵⁾ weiß von schwarzem Schimmer umgeben ist und dessen Brüche am Bosphorus Thrakus, wahrscheinlich ganz in der Nähe von Chalkedon zu suchen sind.⁶⁾ Plinius erwähnt nämlich eines Felsens bei Chalkedon von blendend weißem Gestein, und läfst sich hieraus der Schluß ziehen, daß dort auch ähnliche andere Felsen vorhanden waren, deren weißes Gestein die von Paulus hervorgehobene Eigenthümlichkeit der schwärzlichen Umgebung hatte.

Die italienischen Marmorarbeiter haben diesem weißen schwarzgeäderten Marmor den Namen *marmo bianco e nero*

1) Procopius, Goth. Krieg, I. Buch 23. Cap.
 2) Prudentius (Peristephon) XII. Hymn. 51. v.
 3) Pausanias I. Buch 18. Cap., 6.
 4) Aegyptischer Marmor scheint hier identisch mit dem kalkreichen Alabaster, dessen ausgiebige Steinbrüche sich in der Nähe des aegyptischen Thebens befanden.
 5) Seneca (Epistolae) LXXXII.
 6) Statius (Silvae) I. Buch V. Cap. 34 v.
 7) Philostratus (Biogr.) IX. Cap.
 8) Strabo XIV. Buch II. Cap. 23.

1) Ant. Nibby: Roma nell' anno 1838. (Materiali di Lusso, Marmi etc.) I. Th. S. 255.
 2) Strabo XIII. Buch I Cap. 10.
 3) Plinius XXXVI. Buch 6. Cap.
 4) Blasii Caryophili opusc. de marmoribus antiquis.
 5) Hagia Sophia (Ambon.) 151. Vers.
 6) Plinius IX. Buch 20. Cap.

antico gegeben, welcher vielfach auch in den neueren Gebäuden Roms angetroffen wird; insbesondere in der Basilica von S. Maria Maggiore, wo die Säulen der Aula aus diesem Marmor bestehen. Das Gleiche ist der Fall bei den Säulen von S. Giovanni in Laterano vor dem Standbilde Heinrich IV. und in der Kirche S. Pietro in Vincoli etc., auch zu den Sarkophagen der römischen Kaiser und deren Gemahlinnen wurde der M. bianco e nero vielfach verwendet.

8) Der Tyrische Marmor

wurde nach Statius¹⁾ in der Nähe von Tyros gebrochen, hatte eine schneeweiße Farbe und gehörte in Rom zu den gesuchtesten Verkleidungsmaterialien; welche von den vielen in römischen Ruinen gefundenen Marmortrümmern jedoch tyrischen Ursprunges sind, läßt sich nicht mehr bestimmen. Es giebt aber Archäologen, welche glauben, daß die Spiralsäulen in der Vaticanischen Basilika aus Tyros stammen, denn Athanasius habe berichtet, daß der Kaiser Constantin diese Säulen aus Griechenland kommen ließ.

9) Der Korallitische Marmor

wurde nach Plinius²⁾ aus Vorderasien in nicht über zwei Cubitus großen Stücken bezogen und steht in Bezug auf sein Aussehen an Weisse dem Elfenbein am nächsten. Strabo³⁾ erwähnt einen See Koralis in Lykionien gelegen, welchen der Engländer Leake⁴⁾ für identisch mit dem gegenwärtigen Karayeli-See hält; er spricht dabei die Ansicht aus, daß der Marmor dieser Fundstelle ganz mit demjenigen übereinstimme, welchen die italienischen Marmorarbeiter marmo palombino antico nennen.

Fast in allen Ausgrabungen findet man im Schutte kleine dreieckige und rhomboidförmige Plättchen, welche antiken Mosaik-Fußböden angehörten, wie dies beispielsweise nachgewiesen werden konnte an dem Vorhofe eines alten Hauses, welches im Jahre 1828 unter der Sohle des Tempels der Venus und Roma, zwischen der Kirche der heiligen Francesca und dem sogenannten Tempel der Pax liegend, entdeckt wurde.

10) Der Lunensische Marmor

hatte nach Plinius seinen Namen von der etruskischen Stadt Luna; nach Strabo⁵⁾ benannten die Hellenen dieselbe Stadt und den dazu gehörenden Hafen nach der Göttin Semele; weiteres erwähnt derselbe Schriftsteller: „die Stadt ist nicht groß, die Hafnbucht jedoch um so größer und schön, indem sie mehrere sehr tiefe Häfen in sich einschließt. Hierdurch wurde Luna zum Stützpunkt des ganzen Landes, so lange dasselbe die Herrschaft über ein so großes Meer behaupten konnte. Der Hafen ist von hohen Bergen umschlossen, von welchen man das Meer, Sardinien und einen Theil des Ufers auf beiden Seiten übersieht.“

„Die dortigen Gruben eines sowohl weißen als auch bläulichgefleckten Marmors, welche aus einem Steine bestehende Platten und Säulen liefern, sind so zahlreich und ergiebig, daß die meisten ausgezeichneten Bauwerke in Rom und anderen Städten ihr Material von dorthier be-

zogen haben; denn der Stein ist leicht ausführbar, da die Gruben hoch über dem Meere liegen und das letztere die Ausfuhr nach dem Tiber leicht gestattet.“

Nach Sganzi¹⁾ ist der Marmor von Luna entschieden weißer als der von Paros, weit schöner aber als der gegenwärtig von Carrara bezogene.

Die Steinbrüche von Luna sind — mit Seneca zu reden — durch die „Bauwuth“ der Römer gänzlich erschöpft; unmittelbar daneben liegen die heutzutage in so großartiger Weise betriebenen weltberühmten Marmorbrüche von Massa-Carrara, deren Steinmaterial übrigens sehr nahe mit dem aus Luna herstammenden verwandt ist.

Der Marmor von Luna wurde zuerst unter Caesars Herrschaft in Rom zum Bauen verwendet, besonders aber war dies in erhöhtem Grade unter Augustus der Fall, welcher bekanntlich die bisherige Ziegelstadt in eine Marmorstadt umgestaltete.

Unter den berühmten Skulpturen aus Lunensischem Marmor ist der Apollo von Belvedere zu nennen; unter den architektonischen Monumenten bestanden, außer verschiedenen Theilen des Pantheons, der Tempel des Jupiter tonans und die Trajanssäule aus diesem schönen Gestein.

11) Der Ephesische Marmor.

Die Entdeckung dieses schönen weißen Marmors wurde, nach einer Erzählung Vitruvs,²⁾ durch zwei streitende Widder veranlaßt, von welchen der eine in der vollen Kraft des genommenen Anlaufs mit den Hörnern dermaßen gegen einen Felsen anrannte, daß ein Stück davon absprang; der Hirte Pixodoros brachte dieses Stück nach Ephesus und zwar gerade in dem Augenblicke, als man darüber berieth, ob man den projectirten Tempel der Diana in parischem, prokonnesischem, herakleischem oder thasischem Marmor erbauen solle. Der Hirte kam dadurch zu Ehren, der berühmt gewordene Tempel aber wurde aus dem neuentdeckten Marmor material erbaut. Die Steinbrüche befanden sich am Berge Prion in nächster Nähe von Ephesus und werden als unerschöpflich bezeichnet; die Marmorbrüche sind in den Eingeweiden des Berges von zahllosen Irrgängen und weiten, stillen, tröpfelnden Höhlen durchbrochen. In früheren Zeiten hatte Prion den Namen Lepre Akte, und ein Theil wurde noch, als Strabo schrieb, der Rücken von Lepre genannt³⁾

12) Der Megareische Marmor,

welcher nach Pausanias⁴⁾ von den Megarern, den einzigen unter allen Griechen, nahezu ausschließlich zu den Bauwerken von Megara verwendet wurde. Dieser Marmor, überall von Seemuscheln erfüllt, war weicher wie alle anderen Marmorarten und hatte vorherrschend weiße Farbe, oft jedoch war er auch grau, und schwarz und weiß gefleckt.

Nach demselben Schriftsteller wurde das Denkmal des Kar, des Amyntas Sohn, auf den Befehl Apollos mit dem Muschelmarmor von Megara decorativ ausgestattet.

Nach Strabo⁵⁾ lagen die Steinbrüche von diesem Marmor in der Nähe der Landspitze Amphiale, welche durch

1) Statius (Silvae) I. Buch V. Cap. 39. v.

2) Plinius XXXVI. Buch VIII. Cap. 13.

3) Strabo XII. Buch VI. Cap. 1.

4) Journal of a Tour in Asia minor S. 69.

5) Strabo V. Buch II. Cap. 5.

1) Sganzi - Reibelt: Materiaux de Construction (Paris 1867) S. 51.

2) Vitruv X. Buch 7. Cap.

3) Chandler's Reisen in Kleinasien S. 177.

4) Pausanias I. Buch 49. Cap.

5) Strabo IX. Buch.

einen etwa 2 Stadien breiten Sund von der Insel Salamis entfernt war; es scheint, daß dieses Gestein identisch ist mit dem von den italienischen Marmorarbeitern *lumachella bianco antico* genannten.

Nachweislich sind die zwölf cannelirten Säulen der Capella Strozzi in der Kirche S. Andrea della Valle aus diesem antiken Muschelmarmor, und läßt die Art und Weise, wie man dasselbe Gestein so vielfach unter den Trümmern Roms auffindet, darauf schließen, daß es ein sehr beliebtes Verkleidungsmaterial war.

Uebrigens giebt es gegenwärtig in Italien eine *lumachella*, welche nur äußerst wenig in ihrem Aussehen von der antiken abweicht.

Von den noch anderweitig in älteren Schriftstellern citirten weißen Marmorarten, dem alexandrinischen und herakleischen, welche von Seneca beziehungsweise von Vitruv erwähnt werden, läßt sich mit Sicherheit nichts Bestimmtes nachweisen; es ist mir nicht gelungen, irgend etwas Näheres darüber aufzufinden, ähnlich ist es mir ergangen mit dem von Rondelet erwähnten arabischen Marmor, welcher alle guten Eigenschaften des Parischen Marmors besitzen, denselben aber an Weiße noch übertreffen soll.

Bei der Besprechung der antiken farbigen und bunten Marmorarten beschränken wir uns hier hauptsächlich nur auf die in den älteren Schriftstellern erwähnten; eine erschöpfende Darstellung über die so verschieden gearteten und benannten Fundstücke aus den Ruinen Roms zu geben, ist jedoch — mit Plinius zu reden — nahezu unmöglich! denn trotzdem, daß man in früherer Zeit auf die buntgefleckten Marmore wenig Werth legte und selbst der Schriftsteller Alexandros, welcher doch so sorgfältig alle Luxusmaterialien besprochen hat, die Bearbeitung der bunten Marmorarten nur nebensächlich berührt,¹⁾ hat sich dennoch — und besonders in der Kaiserzeit — die Verwendung bunter Marmorarten in höchstem Grade gesteigert. „Wenn ich nicht irre, sagt Plinius, so lieferten zuerst die Steinbrüche auf Chios den buntgefleckten Marmor, als man dort die Stadtmauern daraus erbaute, wobei Cicero eine witzige Bemerkung gemacht haben soll. Als nämlich die Chier dem berühmten römischen Redner gegenüber ihre Marmormauern als etwas außergewöhnlich prachtvolles bezeichneten, erwiderte er: „ich würde sie noch mehr bewundern, wenn ihr sie aus Tiburtinischem Gestein²⁾ gemacht hätten.“

II. Die schwarzen Marmorarten.

1) Der Marmor von Chios

wurde auf der berühmten Insel an der kleinasiatischen Küste des Archipelagus in Steinbrüchen gebrochen, welche schon in den Schriften von Plinius sowohl, als auch in denen von Strabo erwähnt sind. Nach Theophrast³⁾ war er glänzend schwarz, dem obsidischen Steine aus Aethiopien sehr ähnlich, beinahe von gleicher Gattung und ebenso durchsichtig. Plinius dagegen beschreibt dieses Gestein als weiß, roth und grau gefleckt, und wäre der Chier-Marmor demgemäß identisch mit dem *marmo africano antico*, welcher eine sehr ausgedehnte Verwendung in Rom gefunden hat und sowohl

1) Plinius XXXVI. Buch 6. Cap.

2) Lapis tiburtinus ist der gewöhnliche Baustein der Römer, ein Kalktuff, gegenwärtig unter dem Namen Travertin allbekannt.

3) Theophrastus: Von den Steinen § 14.

zu Säulen, wie auch zu Marmorverkleidungen und zu musivischen Fußbodenbelägen verarbeitet wurde.

Man trifft ihn häufig bei Ausgrabungen, aber auch die Wandverkleidungen des Pantheons, der Fußboden der Basilika Ulpia am Forum Trajanum sind aus dem sogenannten *marmo africano* hergestellt; die größte Säule¹⁾ aus demselben Gestein, von $4\frac{1}{2}$ Fuß im Durchmesser, stand im Mittelpunkte des freien Platzes der Tellus. Ganz abweichend von Theophrastus und von Plinius bezeichnet Rondelet²⁾ den Marmor von Chios als weißen, welcher auf dem höchsten Berge der Insel, Pelinaion, gebrochen wurde. Man kann Blöcke von jeder Größe davon haben; so gehören die aus einem Stücke bestehenden, nahezu 16 m hohen Säulen des Friedentempels, welche Paul V vor der Kirche S. Maria Maggiore in Rom aufstellen ließ, diesem Gesteine an.

Ohne Zweifel rechtfertigen die verschiedenen Anschauungen über die Farbe des Marmors die Annahme, daß auf der Insel Chios verschiedenfarbige Marmorarten gebrochen wurden.

2) Der Tainarische Marmor

wurde am Vorgebirge Tainarion, dem gegenwärtigen Cap Matapan, und zwar am Berge Taygetos in Lakedämon gebrochen. Strabo³⁾ sagt von diesen Steinbrüchen, daß das kostbare tainarische Gestein besonders der Prachtliebe der Römer zu Gute kam.

Plinius⁴⁾ bezeichnet das Gestein als glänzend schwarz, ähnlich dem fossilen Elfenbein, und dem entsprechend möchte der Tainarische Marmor mit dem von den italienischen Marmorarbeitern *marmo nero antico* genannten identisch sein.

Dieser schöne, jedoch seltene Marmor wurde nach Martial zu Wandverkleidungen, nach Tibullus⁵⁾ aber auch zur Herstellung von Säulen verwendet; die betreffenden Citate lassen darauf schließen, daß dieses werthvolle Gestein erst zur Zeit des Augustus nach Rom kam; von früheren Schriftstellern wurde es nicht erwähnt.

3) Der Lucullische Marmor,

von tief schwarzer Farbe, oft auch mit Flecken gesprenkelt, wurde hauptsächlich auf der Insel Melos, einer der Cycladen, gebrochen.

Plinius bezeichnet als Fundstätte eine der Nilinseln und das Gestein selbst als das einzige, welches seinen Namen von seinem Liebhaber erhalten hat, nämlich von dem bekannten Feinschmecker Lucius Lucullus, der es auch in Rom zuerst einfuhrte.

Von diesem schönen schwarzen Marmor, gegenwärtig auch wohl Lucullan oder auch *marmo nero antico* genannt, ließ Marcus Scaurus für sein aus Holz erbautes Riesentheater 360 Säulen, jede 38 Fuß hoch, herstellen, welche dann später nach Abbruch des Gelegenheitstheaters im Vorhofe seines Hauses auf dem Palatinus aufgestellt fanden.

Einen nahezu gleichen Marmor bezogen die Römer auch aus den französischen Alpen in der Nähe des heutigen St. Crépin; ein anderes, bei Bergamo vorkommendes Ge-

1) Bei Tor de Conti im Jahre 1825 entdeckt.

2) Rondelet, *l'art de bâtir*; tom. I.

3) Strabo VIII. Buch 5. Cap., 7.

4) Plinius XXXVI. Buch 18. Cap.

5) Tibullus, *Eleg.* III Buch III v. 14.

stein, das gleichfalls als antik betrachtet wird, führt in Italien gegenwärtig den Namen *marmo paragone antico*.

4) Der Lydische Marmor

aus Kleinasien herkommend, wurde von Theophrastus als Probirstein bezeichnet und entspricht demnach zweifelsohne unserem Kieselschiefer oder Lydit.

Plinius²⁾ bezeichnet dasselbe Gestein als *Basanites*, das in Aethiopien aufgefunden wurde und dem Eisen in Härte und Farbe nahe stehe.

Ptolemaeus behauptet, daß die Brüche des lydischen Gesteines sich am Berge Baram befanden, zwischen Syene und dem arabischen Meerbusen, an der Grenze zwischen dem Lande, welches zur Zeit des Plinius Aethiopien hieß, und Aegypten; da der *Basanites* auch nach diesem Schriftsteller von der Härte und Farbe des Eisens ist, und sich in einem so entfernten Lande befand, so wurde er in Rom nur selten zu decorativen Zwecken, wohl aber zu Vasen, Urnen, Büsten, ja sogar zu ganzen Statuen verarbeitet.

„Der größte Block, den man je gefunden, liegt — nach Plinius — vom Kaiser *Vespasianus* geweiht, im Tempel der *Pax*; er stellt den Nil vor, mit 16 um ihn spielenden Kindern, worunter man die 16 *Cubitus* versteht, zu deren Höhe der Fluß bei seinem höchsten Wachsthum steigt. Auch erzählt man von einem ähnlichen im Heiligthume der *Serapis* zu Theben, der wie man glaubt der Bildsäule *Memnon*s geweiht ist und täglich von den Strahlen der aufgehenden Sonne getroffen, ertönen soll.“

Nahe zu in allen nur einigermaßen bedeutenden Sammlungen antiker Skulpturen findet man auch aus Basalt gefertigte Bildsäulen; so sind die Löwen, welche an der Treppe des Capitols stehen, aus diesem Gestein und ebenso die *Sphynx*e der *Villa Borghese*, und die in der Münchener Glyptothek aus schwarzem, beziehungsweise grünlichwarzem Basalt gehauen.

Zu den schönsten Basaltalterthümern aber gehören eine ovale Kufe, welche gegenwärtig den Taufstein der *Capella di S. Giovanni* in Laterano zu Rom bildet, und ein Grabdenkmal, das man 1792 in den Thermen des *Caracalla* entdeckt hat; letzteres zeichnet sich durch eine besonders schöne dunkelgrüne Farbe aus, und ist — was äußerst selten vorkommt — von *Chalcedon-Adern* durchzogen.

Als das schon von Plinius als *lapis obsidianus* bezeichnete, äußerst spröde, harte und pirschwarze Gestein wurde schon von den alten Aegyptern zu Skulpturen verarbeitet; ein gewisser *Obsias* oder *Obsidias* hatte zuerst dieses Gestein entdeckt und ihm seinen Namen gegeben.

Zu Rom wurde es vorherrschend „zu Wandspiegeln verarbeitet, welche statt ein helles Bild ein Schattenbild gaben. Viele machen Ringsteine (Schmuckgegenstände) daraus, auch habe ich (Plinius) ganze Bilder des vergötterten *Augustus* davon gesehen, da der Stoff eine solche Dicke zuläßt. Als etwas ganz besonders Wunderbares müssen aber die vier *Obsidian-Elephanten* angesehen werden, welche Kaiser *Augustus* im Tempel der *Concordia* aufstellen ließ!“

Auch die zwei Säulen des *Porticus* der heiligen *Sabina*, gegenwärtig im vaticanischen Museum in Rom, sollen aus *Obsidian* bestehen.

1) Plinius XXXVI. Buch 7. Cap.

Im Gegensatze zum Vorstehenden klingt die von *Paulus Silentarius* gebrachte Strophe:¹⁾

„Andere, welche das engere Thal der lydischen Berge Sendet hervor mit Blumen von blasser und röthlicher Farbe;“ nach *Corsi*²⁾ möchte diese Stelle auf den *marmo rosso brecciato* schließen lassen.

5) Der Alabandische Marmor,

wahrscheinlich aus den Steinbrüchen am östlichen Fulse des *Titanus*berges, unter welchem *Alabanda* und *Mylasia*, zwei Städte *Kariens* lagen, ist nach Plinius³⁾ zwar schwarz, spielt jedoch bei genauerer Betrachtung in's Purpurfarbige; dasselbe Gestein kommt auch (nach demselben Schriftsteller) bei *Milet* in *Ionien* vor.

Nibby hält dieses schöne Gestein identisch mit dem *marmo bigio morato antico*, aus welchem unter Anderem die *capitolinischen Centauren* bestehen. Diese wurden von den Bildhauern *Aristeus* und *Papias*, beide aus *Aphroditia* unweit von *Alabanda* gebürtig, gefertigt.

6) Der Aquitanische oder Keltische Marmor

wurde von den Römern aus den marmorreichen Bezirken zwischen den *Pyrenäen* und der *Loire*, *Aquitanien*, bezogen; die alten Steinbrüche dieses oft breccienartig auftretenden schönen Gesteins glaubt man in der Nähe von *Saint-Givons* wieder aufgefunden zu haben, und wird dort gegenwärtig ein Gestein gebrochen, das vollständig identisch mit dem schwarzen antiken Marmor des *Isissaales* im *Louvre* ist.⁴⁾

Die Franzosen nennen diesen aus sehr großen scharfkantigen, schwarzen Fragmenten, mit weißen eingeschlossenen Trümmern von Schneckengehäusen und weißen Adern durchzogenen Marmor *le grand antique*, während er bei den italienischen Marmorarbeitern unter dem Namen *marmo bianco e nero di Francia* bekannt ist.

*Paulus Silentarius*⁵⁾ schildert das Gestein aus dem Gebirge der *Kelten*: „schimmernd in schwarzer Farbe, doch so, daß *Aederchen* milchweiß hier und dort erscheinen in nicht geregelter Windung.“

Bei den Römern wurde dieser sehr geschätzte Marmor vorherrschend zu decorativen Zwecken verarbeitet; sicher nachweisbar sind daraus die vier schönen Säulen, welche noch heute den Hochaltar der heiligen *Cäcilia* schmücken und welche den Trümmern eines altrömischen, näher nicht mehr bestimmbar Bauwerkes entnommen wurden.

Man trifft den *marmo bianco e nero* sehr häufig zwischen den Ruinentrümmern Roms an, wo er ohne Zweifel zu Wandverkleidungen und Fußbodenmosaiken verwendet worden war.

III. Die bunten antiken Marmorarten.

1) Der Phrygische oder Synnadische Marmor

war bei den Alten ganz besonders berühmt und wurde nachweislich in der Nähe des Fleckens *Docimia* in *Groß-Phrygien* gebrochen. Dieser Marmor wurde häufig auch, nach der in der Nähe liegenden größeren Stadt *Synnada*, *synnadischer*

1) *Hagia Sophia* II. Abth. 216. v.

2) *Corsi*: *pietre antiche*. Rom. III. Aufl. 1845. S. 141.

3) Plinius XXXVI. Buch 8. Cap., 13.

4) *Description des antiqués du Musée national du Louvre* par M. de *Clarae* 1848.

5) *Hagia Sophia* II. Abth. 206 v.

Marmor, von den Eingeborenen aber dokimitischer oder dokimaischer genannt.

Strabo¹⁾ berichtet über den Fundort, „dafs der Steinbruch anfangs nur kleine Blöcke lieferte; jetzt aber werden bei der Prachtliebe der Römer große Säulen aus einem Stücke gebrochen, welche ihrem buntenfarbigen Ansehen nach dem alabasterartigen Marmor gleichen, sodaß „obgleich das Fortschaffen so großer Lasten bis zur See schwierig ist, dennoch sowohl Säulen, als auch Platten und Quadern von bewundernswerther Größe und Schönheit nach Rom gebracht werden.“

Statius²⁾ bezeichnet den Marmor als weiß, mit Blutadern durchzogen oder mit Blutflecken gesprenkelt; nach Paulus Silentiarius³⁾ „strahlt er in rosigem Licht von weißen Wolken durchzogen, oder in blendendem Weiß mit dunklen purpurnen Blumen,“ so daß man allgemein die Annahme macht, es sei der phrygische Marmor identisch mit dem in Italien gegenwärtig marmo pavonazzo oder pavonazzetto antico genannten, welcher der Hauptsache nach weiß und mit Purpuradern durchzogen ist, welcher letztere häufig ins Violette übergehen.

In Rom befanden sich 24 Säulen der Basilika Aemilia aus diesem schönen Gestein und sollen dieselben bei dem Brande von S. Paolo im Jahre 1823 zu Grunde gegangen sei; man hat jedoch aus den Trümmern der zerstörten Basilika viele erhaltene Säulenfragmente geborgen und wurden diese dann zur Ausstattung der wieder erbauten Kirche verwendet; eine der Säulen wurde unverletzt gerettet.⁴⁾

Aus dem marmo pavonazzo antico bestanden auch die Säulen, welche den Zutritt zur Basilika Ulpia vermitteln, wie auch ein Theil derjenigen des Porticus der Bibliotheken am Forum Trajanum. Weitere sechs Säulen des Pantheons lenken die Aufmerksamkeit aller Kunstforscher auf diesen schönen antiken Marmor und ist dasselbe der Fall bei den Wandverkleidungen und den Fußbodenbelägen der Basilika Ulpia, des Tempels der Concordia und der Hagia Sophia.

Auch in der polychromen Bildhauerkunst spielte der m. pavonazzo eine beliebte Rolle, wie dies am Forum Trajanum zu sehen ist, woselbst am Triumphbogen des Kaisers Constantin die gefangenen Barbaren in solcher Weise bekleidet sind.

Auch Pausanias berichtet über die großartige Verwendung des phrygischen Marmors unter Kaiser Hadrian's Herrschaft in Athen: „Es stehen daselbst Statuen von Persern aus phrygischem Gestein, welche einen ehernen Dreifuß tragen“; und weiter heißt es: „auch noch andere Bauten errichtete der Kaiser den Athenern; je einen Tempel der Hera und des Zeus Panhellenios, und ein allen Göttern gemeinsames Heiligthum. Das Prachtvollste sind aber hundert Säulen — die Säulenhallen und Wände durchweg von phrygischem Marmor.“

2) Der Karystische Marmor.

Dieser wird von den italienischen Marmorarbeitern Cipollino genannt, ein Name, welcher gegenwärtig für die so hochgeschätzte Marmorart überall gang und gäbe ist. Diese Bezeichnung, die man mit Zwiebelmarmor verdeutschen kann,

ist ohne Zweifel, sowohl von der Farbe der Zwiebelblätter, als auch von dem blättriggeschichteten Bau der Zwiebel abgeleitet; in den alten Schriftstellern wird dieser Marmor als wellenförmig geadert, den Fluthen des Meeres ähnlich, von bunter lauchgrüner Farbe beschrieben.¹⁾

Nach Corsi²⁾ hatte der Marmor mit dem pentelischen und hymettischen die Eigenthümlichkeit gemein, daß er, wenn er bearbeitet wird, ein hydrogenes, nach Zwiebeln riechendes Schwefelgas ausströmen läßt; als Grundfarbe hat er nach diesem Schriftsteller ein fahles Weiß, gelbgrüne, zuweilen ins Dunkelblau übergehende Flecken und bretterähnliche Streifen.

Karystos aber war nach Strabo³⁾ eine Stadt auf der Insel Euboea, wo am Fuße des Berges Oche und bei Styra und Marmarion das schöne, so berühmt gewordene Marmor-material gebrochen wurde; unmittelbar in der Nähe des Steinbruches stand der Tempel des Marmarischen Apollo.

Die Nähe der sehr ausgiebigen, auch webbaren Asbest liefernden Steinbrüche unmittelbar am Meere begünstigten in sehr hervorragender Weise den Transport des Cipollino, und so kam es, daß dieses Steinmaterial im umfangreichsten Grade in Rom Verwendung gefunden hat.

In dieser Beziehung berichtet unter Anderem Plinius, daß der römische Ritter Mamurra, früher Befehlshaber der Handwerker in Gallien, unter Caesar's Herrschaft, der erste war, welcher die Wände seines ganzen Hauses mit karystischen Marmorplatten belegen ließ und daß derselbe in seinem Hause keine anderen Marmorsäulen duldet, als solche von karystischem oder lunensischem Marmor.⁴⁾

Später scheinen sich die Anschauungen bedeutend geändert zu haben, denn der Dichter Statius⁵⁾ läßt den Claudius Etruscus beim Bau seiner Thermen das Verbot aussprechen, weder thasischen noch karystischen Marmor — weil zu ordinair — zu verwenden.

Der antike — wie auch der moderne — cipollino ist in Zeichnung und Farbe, je nach seiner Zusammensetzung (kohlen. Kalk, Talk, Glimmer, Eisenoxydul) außerordentlich mannigfaltig und wurde deshalb auch sehr verschieden bezeichnet; so nennt man beispielsweise einen auf der Oberfläche grau-grünen, regelmäßig schalig erscheinenden: cipollino prassino fasciato, einen anderen mehr geflammt und gepunkteten c. tipo verde moschinato, welche beide antik sind.

Nach Nibby und Rondelet sind die zehn, vom Tempel des Antonius und der Faustina übrig gebliebenen, nahezu 11,70 m hohen monolithischen Säulen von karystischem Marmor und werden dieselben als die größten Stücke bezeichnet, welche jemals aus diesem Gestein gebrochen wurden.

3) Der Jasensische oder Jasische Marmor

wurde von der Insel Jasos bezogen, einer Insel, welche auch Strabo erwähnt, als nahe an der Westküste Kariens liegend. Corsi⁶⁾ vergleicht ihn mit dem marmo porta santa, wovon unter Anderem die Pfosten der porta santa S. Pietro und einige Säulen im Vatican und S. Agnese fuori le mura her-

1) Statius (Silvae) I. Buch II. Ges. 148. v., und V. Ges. 34. v.; Seneca (Troas) 834 v.

2) Corsi, le pietre antiche S. 83.

3) Strabo X. Buch I Cap. 6.

4) Plinius XXXVI. Buch VI. Cap.

5) Statius (Silvae) I. Buch V. Abth. 34 v.

6) Corsi, S. 95.

1) Strabo XII. Buch VIII. Cap. 14.

2) Statius (Silvae) I. Buch V. Abth. 37 v.

3) Hagia Sophia II. Abth. 206 v.

4) Aus Nibby, Roma nell' anno 1838. (Materiali etc.).

gestellt sind; nach Corsi hat dieser Marmor alle Farben, welche zwischen weiß und dunkelschwarz liegen, doch kommt nie Grün, weder helles noch gesättigtes in ihm vor, seine Adern und Streifen sind stets gewunden, bald breit, bald schmal, blaß- oder dunkelroth.

Nach der Schilderung von Paulus Silentiarius¹⁾ ist der Marmor des jasischen Hügels: „schräg durchzogen von Streifen, die blutroth oder auch mattweiß“ und in gleichem Sinne wird er als karischer Marmor von Salmasius beschrieben und citirt. Dem letzteren entsprechend, würde der jasische Marmor — Corsis Ansicht entgegen — identisch sein mit dem marmo fior di persico, welcher besonders vielfach, nach Ausgrabungen altrömischer Bauwerke zu schließen, zu Verkleidungen und selbst zu Säulen Verwendung gefunden hat.

Die große Weihbeckenschale, welche in Mitten des Vorhofes der Hagia Sophia stand, war ebenfalls „dem jasischen Felsen entnommen.“²⁾

IV. Die gelben Marmorarten.

1) Der Numidische Marmor

spielte unter allen Marmorarten in Rom die weitaus bedeutendste Rolle; alle Schriftsteller preisen ihn wegen seiner Schönheit und Kostbarkeit.

Die umfangreichen Steinbrüche befanden sich nach Paulus Silentiarius „auf dem weit sich erstreckenden Rücken maurischer Berge.“³⁾ Plinius⁴⁾ bezeichnet den Ort, wo sich die Steinbrüche befanden, am Flusse Tuca an der Grenze Numidiens, als eine Wildniss, wo nichts anderes vorkam als Marmor und reisende Thiere. Gegenwärtig ist mit größter Sicherheit nachgewiesen, daß die Brüche des schönen numidischen Marmors sich in den Bergen befanden, welche das linke Ufer des Tuca krönen, in jenen Bezirken, welche unmittelbar in nächster Nähe des französischen Hafens la Calle liegen. Da dieses Gebiet auch Libyen hieß, wurde der Marmor von Martial⁵⁾ und Paulus Silentiarius auch libyscher, von Propertius⁶⁾ punischer genannt, weil das punische Land mit seiner Hauptstadt Carthago an Libyen angrenzte. Die berühmt gewordenen numidischen Steinbrüche lieferten jedoch zwei verschiedene Marmorarten; der am häufigsten vorkommende war nach Statius⁷⁾ von der gelben Farbe des Elfenbeins, nach Paulus S.⁸⁾ war er gefärbt „mit goldenem Glanz und dem Schimmer des dunklen Safran’s“.

Der andere, in nicht so großen Massen vorkommend, war nach Statius⁹⁾ purpurroth; beide Marmorarten entsprechen ohne Zweifel dem marmo giallo antico, beziehungsweise dem Marmo rosso antico; meistens wird jedoch nur der erstere als numidischer bezeichnet.

Der Erste, welcher den numidischen Marmor nach Rom brachte und damit die Schwellen seiner Thüren belegte, war der Consul Marcus Lepidus, damals Amtsgenosse von Quintus Catulus; nach Plinius erregte ein so unerhörter Luxus den allgemeinen Unwillen des Volkes; „das ist — sagt er — die erste Spur von der Einführung dieses schönen Gesteins,

die ich gefunden, doch es waren nicht Säulen oder Tafeln, nein! es waren vollständige (massive) Stücke und noch dazu zu dem gewöhnlichen und ordinären Gebrauche von Thürschwällen!“

Da der Transport über das mittelländische Meer durch die Schifffahrt sehr erleichtert war, so findet sich der marmo giallo antico aus Libyen in sehr vielen Bauten des alten Rom, zum Theil sogar verschwenderisch verwendet.

Besonders sind hier namhaft zu machen die acht nahezu 8,0 m hohen prächtigen Säulen des Pantheons, die des Triumphbogens des Constantin und die der Altäre der Heiligen Procopius und Martinianus, ferner die Säulen vor der „Madonna von der Säule“ und der Kreuzigung des heiligen Petrus in der vaticanischen Basilika.

Nach Nibby wurde der m. giallo antico gewöhnlich mit dem m. pavonazetto abwechselnd verwendet, wie man dies im Pantheon, in den Mosaikfußböden des Tempels der Concordia, der Basilika Ulpia und der Hagia Sophia vielfach nachweisen kann.

Nach Pausanias befanden sich in dem von Hadrian erbauten Gymnasium zu Athen hundert Säulen von libyschem Marmor.

Ferner ist auch der Unmasse von Trümmern dieses kostbaren Materials zu gedenken, welche bei den Ausgrabungen gefunden wurden, um zu allerhand Luxusgegenständen verarbeitet zu werden.

Wegen der großen Aehnlichkeit, den die Farbe des m. giallo mit der Farbe vieler Weinsorten hat, wurde dieses Gestein auch zur Herstellung bacchischer Figuren verwendet.

Statius¹⁾ erwähnt in seinen Gesängen auch einen ilischen Marmor; derselbe möchte, da er in unmittelbarem Zusammenhang mit dem libyschen gebracht ist, mit diesem und somit auch mit dem numidischen Marmor gleichbedeutend sein.

Der marmo rosso antico aus den numidischen Steinbrüchen war in größeren Blöcken sehr selten zu beschaffen, und muß angenommen werden, daß derselbe nur in starken adernartigen Ablagerungen das gelbe Gestein durchsetzt hatte. Die größten jetzt noch vorhandenen Stücke befinden sich an den Stufen des Hochaltars der heiligen Praxedis, an den beiden Säulen der Gallerie Rospigliosi und an den zwei Faunen, dem capitulinischen und dem vaticanischen. In der Münchener Glyptothek ist die Statue des Antinous aus rosso antico.²⁾

2) Der Onyx

„durchleuchtet nach Paulus Silentiarius,³⁾ als kostbares Gestein, die Luft mit gelblichen Strahlen“; nach Plinius⁴⁾ kam er einzig und allein in den arabischen Gebirgen vor, und diente anfangs nur zur Herstellung derjenigen Büchsen, die man Onyxes nannte und die zur Aufbewahrung von kostbaren Salben dienten; auch verwendete man es zur Herstellung von Trinkgeschirren, Füßen von Bettstellen und Stühlen, sowie auch zu grossen Amphoren. Publius Lentulus Spinthes ließ aus Onyx Amphoren von der Größe Chiischer Fässer verfertigen, während Cornelius Nepos mittheilt, daß

1) Hagia Sophia, II. Abth. v. 214.

2) Hagia Sophia, II. Abth. v. 179.

3) Hagia Sophia, II. Abth. v. 219.

4) Plinius, V. Buch 5. Cap.

5) Martial, VI. Buch Epig. 42.

6) Propertius, II. Buch 31. Eleg.

7) Statius (Silvae) II. Buch II. Abschn., 92. v.

8) Hagia Sophia II. Abth. v. 220.

9) Statius (Silvae) V. Abth., 36. v.

1) Statius (Silvae) IV. Buch II. Abth. 27. v.

2) Im ägyptischen Saale mit der Katalognummer 15.

3) Hagia Sophia II. Abth. 224. v.

4) Plinius XXXVI. Buch 12. Cap.

er Säulen von 32 Fuß Höhe von demselben Gestein gesehen habe; später stellte Cornelius Balbus vier mächtige Säulen davon, die freilich allgemeine Bewunderung erregten, in dem von ihm erbauten Theater auf, und Plinius sah selbst dreißig größere Onyxsäulen im Speisesaale des Kallistos.

„Einige nennen dieses Gestein — wie Plinius behauptet — auch Alabastritos; ein solcher findet sich hauptsächlich in der Nähe des ägyptischen Thebens und in der Nähe von Damaskus in Syrien. Jener ist weißer als die anderen Sorten, der beste aber findet sich in Karmania am Euphrat und nächst dem in Indien, neuestens auch in Syrien und Vorder-Asien. Der schlechteste und zugleich ohne allen Glanz ist der Alabastritos von Kappadocien.“

„Besonders schätzt man den honigfarbenen, den mit spitz zulaufenden Flecken und den nicht durchsichtigen. Fehler an ihm sind die Hornfarbe, desgleichen wenn er weiß oder glasähnlich ist.“

Strabo¹⁾ erwähnt, daß in Folge der Prachtliebe der Römer große Säulen aus einem Stücke in den synnadschen Steinbrüchen Phrygiens gebrochen wurden, welche ihrem bunten Aussehen nach dem alabastrartigen Marmor gleichen.

Nach Pausanias²⁾ wurde in Athen dieses Gestein mit Vorliebe zur Ausschmückung innerer Tempelräume verwendet.

Der Onyx oder gelbflammende Alabastr der Alten, über welchen im Grunde genommen übereinstimmende Mittheilungen fehlen, gehört meiner Ansicht nach zu den stark durchscheinenden Kalksintern, die mit sehr feinkörnigem dichtem Gyps sich verbunden haben.

Solche Kalkalabastr bilden sich noch heutzutage, besonders in den Höhlen von Kalkgebirgen, und weisen die verschiedensten Zeichnungen und Farbennüancen auf; so giebt es weißgelbe, wein-, bernstein-, honiggelbe, durch hellere oder dunklere Farbzonen gestreift oder gefleckt, oder auch stark durchscheinend; kurz und gut, wir haben es hier mit einem Gestein zu thun, welches unendlich mannigfache Abänderungen zuläßt!

Außer dem alabastrino bianco, ohne Zweifel der arabische Marmor der Alten, unterscheiden die italienischen Marmorarbeiter: alabastrino cotognino, pomato, a giaccone, onichino, a nuvole, a occhi, a tartaruga, sardonico a pecorella, fiorito, palombano, a rosa, dorato, emborizetto³⁾ etc.

In den Bädern von S. Filippo im Toscanischen bilden sich durch Sintus, ähnlich wie in Karlsbad der Kalksinter, immer noch die schönsten Kalkalabastr-Arten, welche, da sie vorzüglich politurfähig, schön in Farben und Zeichnung sind, zu den verschiedensten Luxusartikeln verarbeitet werden.

Auch Rondelet ist der Ansicht, daß der Onyx der Alten nur eine besondere Abart des Kalkalabastrs — nicht des krystallinisch körnigen Gypses war und daß dieses ziemlich harte Gestein besonders zu Fußbodenmosaiken verarbeitet wurde.

Als besonders schöne Beispiele für noch vorhandene antike onyxartige Alabastr mögen hier angeführt

1) Pausanias I. Buch 18. Cap.

2) Strabo XII. Buch 8. Cap., 14.

3) Entspricht: quittenfarbig, apfelschimmelartig, eisfleckig, onyxartig, wolkig, mit Augen, schilkrötartig, sardonixartig, schafartig, geblümt, taubenfarben, rosig, goldig, graufleckig etc.

werden die Spiralsäulen in der Vaticanischen Bibliothek und die Reliquienurne unter dem Hochaltar in der Kirche der heiligen Bibiana; auch in der Münchener Glyptothek befinden sich vier antike Säulen aus diesem edlen Marmoraterial.

Aus weißem Alabastr (alexandrinischem Marmor?) besteht die Statue der Isis in der Villa Albani, ferner eine ägyptische Grabstele und eine etruscische Aschenkiste, die letztere der Münchener Sammlung angehörend.

In naher Beziehung zum Onyx steht

3) der Kappadocische Marmor.

Plinius nennt ihn Phengites¹⁾ (Glanzstein), Strabo Onychites,²⁾ jener beschreibt ihn als weiß und transparent, dieser als elfenbeinfarbig. Er wurde aus Kappadokien bezogen, hatte Marmorhärte, und selbst wenn von gelben oder braunen Partien durchzogen, war er vollständig durchsichtig und diente, zu dünnen Scheiben zerschnitten, dann auch statt der Fensterscheiben. Die größten Blöcke waren jedoch nicht größer als nahezu 2,0 cbm.

Der Bericht Strabo's geht dahin, daß nahe bei Galatien Platten von krystall- und onyxartigem Gestein von den Bergleuten des Königs Archelaos entdeckt wurden, und sich ganz in der Nähe ein anderer Ort befand, welcher ein weißes, im Durchscheinen dem Elfenbein ähnliches Gestein lieferte, das jedoch meistens nur Stücke von der Größe mächtiger Schleifsteine aufzuweisen hatte. Größere Tafeln, die zwar seltener waren, wurden nach Rom ausgeführt und dienten daselbst als Fensterglas.

Kaiser Nero ließ in seinem goldenen Palaste einen Tempel der Fortuna und der Seja erbauen, dessen äußere Mauern aus Phengitquadern hergestellt wurden und so durchsichtig waren, daß es bei geschlossenen Thüren in dem sonst fensterlosen Tempelraum am Tage auch taghell war.

Nach einer anderen Nachricht von Sweton³⁾ ließ der Kaiser Domitian die Wände der Hallen, in welchen er spazieren zu gehen pflegte, mit „Lichtstein“ bekleiden, um durch den Glanz desselben Alles, was hinter seinem Rücken vorging, durch die Spiegelbilder wahrnehmen zu können.

Von einigen wird der Phengit identisch mit dem Onyx gehalten, von andern, namentlich von Corsi, mit dem marmo bianco e nero, von noch andern mit dem Glimmer oder dem krystallinisch blättrigen Marienglase; letzteres scheint zwar am aller wahrscheinlichsten, wird aber dadurch zweifelhaft, daß Plinius dem Marienglase den speciellen Namen „lapis specularis“, also „Spiegelstein“ giebt und dabei erwähnt, daß dieser sich in sehr dünne Blätter zerspalten lasse.

„Früher nur aus Spanien bezogen, kommt der lapis specularis auch auf Cypem, Sicilien und in Kappadokien, jüngst auch in Afrika vor, alle aber stehen dem Hispanischen nach; Kappadokien liefert die größten; jedoch sind dieselben dunkel.“

Vielleicht möchte der Phengit identisch mit jener Kalkalabastrabart sein, welche vielfach in den Trümmerhaufen Roms gefunden wird, und unter dem Namen marmo orientale eburneo antico bekannt ist.

1) Plinius XXXVI. Buch 22. Cap.

2) Strabo XII. Buch 2. Cap., 9.

3) Sweton's Biographien (T. II. Domitianus) XIV. Cap.

V. Die grünen Marmorarten.

Ueber die grünen antiken Marmorarten ein klares Bild zu gewinnen ist ziemlich schwer, denn in der Hauptsache haben wir es hier mit Gesteinen zu thun, welche vorherrschend der Gruppe der Silicatgesteine und nicht den eigentlichen Marmoren angehören, wie dies bei den Serpentin und den grünen Porphyren der Fall ist. Als wirklichen Marmor lassen wir hier in erster Linie folgen:

1) den Thessalischen, Atracischen oder Molossischen Marmor.

Die Fundstätte befand sich bei Atrax, einer Stadt am Peneias, in der Thessalischen Landschaft Pelasgiotis, unweit von der größeren Stadt Larisa¹⁾; zu Thessalien gehörte auch die Landschaft Molossia am pagasäischem Meere (Golf von Volo) gelegen, daher die verschiedene Benennung.

Nach Paulus Silentiarius²⁾ strahlen die Säulen des II. Geschosses der Hagia Sophia „in schimmerndem Glanz der Blumen des grünen thessalischen Marmors, und an den Wänden strahlt das atracische Gestein in gräulichem Licht, fast ähnlich dem hellen Smaragd, dort in gesättigtem Grün sich nähernd der dunkleren Bläue.“

Dieser Marmor, der ohne Zweifel dem marmo verde antico der Italiener oder unserem Ophäcaloit angehört und oft als breccie auftritt, wurde nicht auf Bergen, sondern in der Ebene gebrochen. Es scheinen jedoch die betreffenden Steinbrüche im I. Jahrhundert n. Chr. noch nicht entdeckt oder ausgebeutet worden zu sein, da weder Plinius noch Strabo des thessalischen Marmors gedenkt. Dagegen läßt die große Anzahl der in der Hagia Sophia in Konstantinopel und anderen Kirchen, wie z. B. im Lateran, verwendeten Säulen, sowie die bis in die Zeit nach dem Kaiser Basilius, dem Macedonier, in der letzten Hälfte des IX. Jahrhunderts reichenden Sarkophage vermuthen, daß die Steinbrüche in Thessalien gerade vom V. bis zum IX. Jahrhundert sehr stark ausgebeutet wurden.

2) der Lakonische oder Lakedämonische Marmor.

Mit diesem Namen bezeichneten die Alten ein sehr hartes, gras- und smaragdgrünes Gestein, welches, nach Pausanias³⁾ zu schließen, bei Sparta gebrochen wurde; der Steinbruch war — wie wir erfahren — kein zusammenhängender durchgehender Felsen, sondern „man gräbt die Steine aus, wie Rollsteine in den Flüssen; sie sind schwer zu bearbeiten, sind sie aber bearbeitet, so kann man selbst Göttertempel damit verzieren; ganz besonders aber eignen sie sich zum Schmucke von Thermen und zur Herstellung von Wasser- und Badebehältern.“ Auch Plinius berichtet, daß man den grünen lakedämonischen Stein, „welcher härter als alle anderen Marmorarten sei, vereinzelt unterhalb des Bodens vorfindet und daß er wesentlich vom Serpentin zu unterscheiden sei.“ Nach Strabo befanden sich die Marmorbrüche des lakonischen Marmors, welchen die Dichter Statius und Martial seiner Härte und Farbe wegen besingen, am Fuße des Taygetos.

Es ist dieses Gestein identisch mit unserem Diabasporphyr, welcher in der Kunstgeschichte unter dem Namen porfido verde antico so allbekannt ist.

1) Livius XXXII. Buch 15. Cap.

2) Hagia Sophia II. Abth. vv. 140 u. 225.

3) Pausanias III. Buch 21. Cap.

Da äußerst selten von diesem Gestein große Stücke gefunden wurden, seine Bearbeitung überdies langwierig und kostspielig war, so bediente man sich dieses Marmors mehr zur Herstellung von Verkleidungen und Mosaiken, und besitzt das moderne Rom eine Unmasse Bruchstücke davon.

Zwei kleine Säulen, jedoch aus mehreren Stücken zusammengesetzt, sind in der Capelle des heil. Johannes des Täufers im Lateranischen Baptisterium aufgestellt.

Nach Rondelet befinden sich die größten und schönsten Säulen von grünem Porphyry in dem Palaste des Conservatoriums auf dem Capitol zu Rom; auch die Nischen, welche sich an dem Schiffe der Johanneskirche des Lateran befinden, sind mit zwanzig kleinen grünen Porphyrsäulen besetzt.

Weitere zwei schöne Säulen wurden aus S. Paolo alle tre Fontane in das vaticanische Museum gebracht und auch der Altar der Capella S. Anna in der Kirche der S. Maria in Campitelli ist mit Säulen von porfido verde antico ausgestattet.

Weitere Säulen von schönem antiken grünem Porphyry findet man in den Villen Borghese und Medici und im Palaste Giustiniani; ferner in den Ruinen der Kaiserpaläste, welche in den Farnesischen Gärten beim Titusbogen entdeckt wurden; man fand hier sogar Säulenüberreste von ungewöhnlich großen Dimensionen, sie waren jedoch vom Feuer stark beschädigt. Noch möchte zu erwähnen sein, daß auch in den älteren italienischen Kirchen, wie z. B. in den Kathedralen von Venedig und Pisa, eine sehr große Menge von grünen Porphyrsäulen vorhanden ist, welche aber zweifelsohne dahin aus Konstantinopels älteren Bauwerken versetzt worden sind.

3) der Ophitische Marmor oder Serpentin.

Dieses schöne Gestein wurde nach Plinius¹⁾ aus Aegypten bezogen und hatte Flecken wie die Schlangen, welche sich auf äußerst verschiedene Weise gruppieren. Bei dem augusteischen Ophit verlaufen die Flecken wellenförmig-kraus in Spitzen, während sie bei dem Tiberischen zerstreut sind, ohne sich grau zusammenzuwollen.

Ferner giebt es nach demselben Schriftsteller zwei Arten davon, eine weiche, welche weiß, und eine harte, die schwärzlich ist; übrigens hat man nur verhältnißmäßig kleine Ophitsäulen hergestellt.

Nach anderen Mittheilungen war der Marmor des Augustus mit kleinen Flecken besät, während der des Tiberius ein Muschelmarmor, eine antike Lumachelle war.

Aus der Beschreibung des Badehauses des Claudius Etruscus von Statius²⁾ läßt sich entnehmen, daß der Ophit zu Mauerverkleidungen diente, jedoch nicht sehr hoch geschätzt wurde. Nach Lucanus war der ophitische Marmor mit kleinen Punkten besprenkelt, und fand sich auch ein solcher in Bötien vor.

Alle weiteren noch zu besprechenden, im Alterthume so vielfach verwendeten Gesteine fassen wir in Folgendem trotz ihrer großen Verschiedenheit zusammen, als:

VI. Bunte Marmorarten.

1) Der Tauromenische Marmor

aus Taormina in Sicilien scheint nahezu identisch zu sein mit dem sicilianischen Jaspis, bei welchem die rothe Farbe

1) Plinius XXXVI. Buch 6. Cap.

2) Statius (Sylvae) I. Buch V. Ges. 35 v. Lucanus (Pharsalia) IX. Buch 667 v.

vorherrschend ist, er wird heutzutage noch auf Sicilien gebrochen und verarbeitet.

Man möchte vermuthen, daß dieses schöne, aber äußerst schwer zu bearbeitende Gestein nur selten als Verkleidungsmaterial Verwendung fand, wohl aber zur Herstellung von allerhand kostbaren Hausgeräthen, Gemmen etc.; in dieser Beziehung wird er von Lucanus¹⁾ und Athenaeus²⁾ besungen.

In gewisser Verwandtschaft möchte der Tauromenit mit den in den alten Ruinen Italiens vielfach vorkommenden antiken Conglomeraten stehen, welche ein vorherrschend kieselkalkiges Bindemittel besitzen und deren abgerundete Gesteinsaluminat vorherrschend aus Achat, Jaspis, Hornstein, Beryll, Quarz, Flint etc. bestehen. Diese überraschend schönen Gesteine werden von den jetzigen italienischen Marmorarbeitern als Puddingsteine bezeichnet, ihre Fundorte sind leider unbekannt. Besonders schön ist der *potingo polieromo antico* und der *potingo dell' agro romano antico*³⁾.

2) Der Thebaische Marmor

wurde von den Alten Syenit genannt, weil er in der Nähe von Syene in der aegyptischen Landschaft Thebais gebrochen wurde; nach Plinius besitzt er kieselartige Natur mit eingesprenkten Goldfittern (Glimmer).

Man unterscheidet zwei Arten; die eine Art nannte man ehemals Pyropoikilos (feuerfarbig), die andere Psaronios (staarfarbig), und entspricht dies einerseits dem im Alterthume so vielfach verwendeten rothen orientalischen und andererseits dem sogenannten grauen Granit.

Die Kenntniß, den Granit zu bearbeiten, greift tief in die aegyptische Pharaonenzeit zurück, und hatte man sich bereits 3000 v. Chr. in der Bewältigung der größten Granitblöcke zu einer staunenswerthen Technik aufgeschwungen.

Um die Capelle für den Tempel der Neith zu Sais (unter der Herrschaft des Königs Amasis) aus einem Steinblock herauszumeißeln, war ein Monolith nothwendig, welcher ein Gewicht von 11 Millionen Kilogr. repräsentirte. Setzt man jedoch voraus, daß dieser Steincolofs, erst nachdem er ausgehauen war, fortgeschafft werden mußte, so würde das Gewicht der monolithischen Capelle immer noch vier Millionen fünfmalhunderttausend Kilogramm betragen haben!

Als eine weitere, mehr oder weniger bekannte staunenswerthe Leistung der kunstgeübten Steinmetzen der ägyptischen Frühzeit möge hier noch das Grabmal des Königs Osimandias erwähnt werden, welches uns Diodor⁴⁾ beschrieben hat: „Neben dem Eingange des Grabmals standen drei Bildsäulen, alle aus einem Stück des syenetischen Marmorsteines gearbeitet.“ Die eine derselben in sitzender Stellung dargestellt, war die größte von allen in Aegypten sich befindenden Statuen; der Fuß allein gemessen, betrug mehr als sieben Ellen!!

In aufrechtstehender Stellung würde diese Figur 17,30 m gemessen haben, in sitzender Stellung hatte sie das Maas von 14,50 m.

1) Lucanus (Pharsalia) X. Buch 121. v.

2) Athenaeus: Deipnosophistae V. Buch 207 S.

3) Vielleicht ist die Vermuthung berechtigt, daß ähnliche Conglomerate vielfach auch andern Orts vorkamen; so erwähnt Pausanias im III. Buche 23. Cap. 11. das Vorgebirge Misca, welches sich bis ins Meer vorschiebt, und an dessen Gestade man Kiesel von schöner und mannigfaltiger Form und Farbe finde.

4) Diodor I. Buch 47 Cap.

Unter den noch heutzutage vorkommenden, gut erhaltenen Denkmälern sind es namentlich die von den aegyptischen Bildhauern angefertigten Obeliskten, welche ihrer hohen künstlerischen Technik wegen unser besonderes Erstaunen wachrufen.

Nahezu unversehrt sind auf unsere Zeit 26 Obeliskten gekommen, welche entweder in Aegypten selbst verblieben sind, oder sich gegenwärtig in Rom, Konstantinopel, Paris, London etc. befinden, wohin sie zu verschiedenen Zeiten, stets aber unter Anwendung ganz außerordentlicher Anstrengungen gebracht wurden.

Als die größten Obeliskten erwähnt Diodor die von Sesosis bei Theben aufgestellten; dieselben waren 48,24 m hoch, ihre Hieroglyphenschrift deutete hin auf die Größe und Macht ihres königlichen Erbauers und dessen Einkünfte, sowie auf die Zahl der von Aegypten unterjochten Völkerschaften. Beide Obeliskten existiren nicht mehr.

Der größte von den bekannten Obeliskten von Luxor, gegenwärtig auf dem Concordiaplatze in Paris aufgestellt, hat eine Höhe von 25,13 m, eine obere Dicke von 1,8 m und eine untere Dicke von 2,9 m. Ein kleiner, in der Münchener Glyptothek aufgestellter Obelisk, welcher im Jahre 1670 in Rom ausgegraben wurde, hat eine Höhe von 5,55 m; die mit Hieroglyphen bedeckte Spitzsäule zeigt eine gewandte Technik, welche wohl irrthümlich als aus römischer Zeit herstammend angenommen wird.

Aus antikem aegyptischen rothen Granit ist auch die Säule des Pompejus in Alexandrien aufgestellt; ihr aus einem Stück bestehender Schaft hat 20,5 m Höhe, 2,71 m unteren und 2,43 m oberen Durchmesser, ihr Gewicht beträgt 282645 Kilogr. Diese Säule ist übrigens auch die größte, welche je aus einem Monolithen herausgebaut worden ist.

Die Säulen der Vorhalle des Pantheons, welche ebenfalls aus Monolithen von rothem antiken Granit bestehen, besitzen eine Höhe von 11,91 m; diesen stehen am nächsten jene Säulen, welche in der St. Paulskirche unterhalb der Stadtmauer Roms den Triumphbogen unterstützen und deren Höhe 11,69 m beträgt; nahezu gleiche Höhe endlich hatten jene Säulen, welche den Hauptsäulen der Thermen des Diocletian und des Caracalla angehörten.

Aus antikem staarfarbigem Granit bestanden die 80 Säulen der Basilica Ulpia und diejenigen, welche das Areal des Tempels der Venus und Roma umgürteten. Auch als Verkleidungsmaterial ist der staarfarbige, weiß und schwarz gesprenkelte Granit in den Kaiserthermen und andern monumentalen Bauwerken vielfach verwendet worden.

Die Römer bezogen ihre Granite, solange sie Aegypten beherrschten, vom Mons Claudianus, gegenwärtig Gebel-Fatireh; die Abhänge dieses Berges nach der Seite des arabischen Meerbusens erleichterten die Herabschaffung der Steinmassen, welche dann ohne zu große Schwierigkeit dem Schifftransporte durch den Nilcanal in das mittelländische Meer übergeben werden konnten.

3) Der rothe Porphy

ist ein außerordentlich hartes, aber gut polirbares Gestein, welches seinen Namen den Purpur (*πορφύρα*) verdankt; der antike aegyptische Porphy ist dunkelroth mit milch-

weissen, hellrothen hin und wieder auch schwarzen kleinen Flecken.

Plinius¹⁾ berichtet: „Der Porphyrites aus Aegypten ist roth, und wird, wenn er weisse Zwischenpunkte hat, leoptosephos (kleinsteinig) genaunt. Paulus Silentarius²⁾ spricht „von goldenen Häuptern der Säulen, welche in bunten Gebilden abstrahlen, die Blumen des Porphyrs; bei Theben, der Stadt am Strome des Nil, sind sie auf felsiger Kuppe des hohen Gebirges gebrochen.“ Die Steinbrüche liefern ihn in allen Grössen.

Diese letztern lagen auf dem Mons Porphyritis (Gebel-Dochan) ganz in der Nähe der Granitbrüche des Mons Claudianus, und sind den Aegyptern erst zur Zeit der Ptolemäer bekannt geworden, wurden aber von den Römern, so lange sie Aegypten beherrschten, in der ausgiebigsten Weise ausgebeutet.

Die Abhänge des Berges nach der Seite des arabischen Meerbusens erleichterten — wie dies bei der Besprechung des antiken Granits bereits erwähnt wurde — das Herabschaffen der Steinmassen, und wurden dieselben dann ohne grosse Schwierigkeit zu Schiffe durch den Busen von Suez in den bei Arsinoe mündenden Nilcanal und auf dem unteren Nil in's Mittelländische Meer gebracht.

Die Zeit des durch den Canal vermittelten Transportes aber auf die ersten Jahrhunderte n. Chr. zu beschränken, weil unter der Regierung des Kaisers Septimius Severus der Canal schon versandet gewesen sei, ist kein Grund vorhanden, da — wie Lepsius¹⁾ bestimmt nachgewiesen hat — der Canal bis kurz vor dem Eindringen des Islam fahrbar geblieben ist, und erst seit der Eroberung Aegyptens durch die Araber die Communication auf demselben aufgehört hat.

Sicher ist, daß noch lange vor Septimius Severus ansehnliche Porphyrmassen vom Gebel-Dochan, die schwerlich zu Lande direct an den Nil geschafft werden konnten, in das europäische Römerreich eingeführt wurden, wie beispielsweise die acht grossen Porphyrsäulen der Hagia Sophia, welche dem vom Kaiser Aurelianus (371—374 n. Chr.) erbauten Sonnentempel angehört hatten; ferner die Sarkophage der heil. Helena und der heil. Constantia im Vatikan, die Sarkophage Constantins des Grossen, seines Sohnes Constantius, Theodosius des Grossen, des Marcianus und der Pulcheria in der Apostelkirche zu Konstantinopel, des Arkadius, Theodosius II. und der Eudoxia im Mausoleum des Justinian. Nach dem VI. Jahrhundert werden ähnliche Sarkophage nicht mehr erwähnt.

Die erste Verwendung des rothen aegyptischen Porphyrs, welcher in der Kunstgeschichte als porfido rosso antico bezeichnet wird, scheint in die Zeit der Regierung der Ptolemäer zu fallen, während Plinius berichtet: „daß die ersten Bildsäulen von rothem Porphyr dem Kaiser Claudius von Vitruvius Pollio, einem Stadthalter Aegyptens, zugesandt worden seien. Trotz der Neuheit gefielen sie nicht, denn niemand hat dergleichen nachgebildet.“

Diese Mittheilung hat sich dadurch bewahrheitet, daß in der That der rothe Porphyr sich nur bei solchen Ausgrabungen und solchen Bauten vorgefunden hat, welche der oben angegebenen Epoche nachfolgten. Hatte man in der grossen Entfernung der Steinbrüche, sowie in dem weiten

Transporte des Gesteines und dessen abnormer Härte die Ursache zu suchen, daß der rothe aegyptische Porphyr bei seinem Bekanntwerden nur ausnahmsweise verwendet wurde, so trieben gerade diese Schwierigkeiten die späteren römischen Baumeister mehr und mehr dazu an, dieses Gestein mit in den Bereich ihrer Thätigkeit zu ziehen, und so wurde endlich die Verwendung von porfido rosso antico so allgemein, daß man das Gestein als „römisches“ bezeichnete.

In späteren Zeiten machte sich die Ansicht geltend, die römischen Steinmetzen hätten, um den rothen Porphyr zu bearbeiten, ein ganz besonderes Verfahren beobachtet; das Verfahren selbst aber, wie sie ihre Meißel geschärft hätten, sei verloren gegangen.

Das Geheimniß wieder aufzufinden, wurde besonders in der Renaissancezeit von den italienischen Steinarbeitern mit Eifer aufgenommen, und erfahren wir in dieser Beziehung, daß der Bildhauer Francesco Tadda ein grosses Wasserbecken und mehrere Reliefs von rothem Porphyr herstellte, indem er seine Meißel, nach den Angaben eines Cosimo dei Medici, in „Bocksblut“ eintauchte und dadurch härtete.

Von allen uns bekannten Luxusgesteinen möchte der porfido rosso antico (mit Ausnahme der meisten Marmorarten) am häufigsten in der Architektur Verwendung gefunden haben, denn wir finden denselben betheilt bei der Ausstattung aegyptischer und römischer Tempel, Kaiserpaläste, Thermen; wir finden ihn verarbeitet zu Grabdenkmälern, Sarkophagen, Vasen, Tischen, Wandverkleidungen, Fußböden. Aber auch der Bildhauerkunst diente er, denn eine grosse Anzahl von Kaiserbüsten und ganzen Statuen liefern den schlagenden Beweis, mit welcher Meisterschaft die römischen Bildhauer den porfido rosso antico trotz seiner eminenten Härte zu beherrschen wußten.

Auch für polychrome Skulptur wurde, ähnlich wie der marmo verde antico, giallo antico und der marmo rosso antico, der porfido rosso antico verwendet; so schmückten mit diesem Gestein drapirte Statuen den Triumphbogen des Septimius Severus am Fusse des Capitols, wie dies die im Jahre 1833 vorgenommenen Ausgrabungen erwiesen haben.

Als selten und wenig bekannt möchten hier noch folgende Marmorarten, der Mehrzahl nach den antiken im weiteren Sinne zugehörig, aufzuführen sein:

der den Franzosen als bleu turquin bekannte Marmor, welcher ein bläuliches, häufig auch graues mit etwas Weiss untermischtes Aussehen hat; die schon von den Römern ausgebeuteten Steinbrüche sollen in neuerer Zeit in den Bergen von Fiefila in Algerien wieder entdeckt worden sein und sich nur 8 km vom Meere entfernt befinden.

Sehr schön ist der marmo africano verde, machiato rosso, ein selten vorkommendes antikes Gestein, das breccienartig roth gefleckt erscheint, seiner Hauptfarbe nach jedoch grau-grün ist; ähnlich, aber grün-grau fein getüpfelt, mit durchlaufenden weissen, roth und schwärzlichen Bändern durchzogen, ist der marmo africano verde picchiettato e fasciato. Die Fundorte dieser Marmorarten sind durchaus unbekannt.

Der marmo occhio di pavone rosso antico zeichnet sich durch die Anhäufung von einer Masse Versteinerungen aus, die vielfach grosse und kleine, gelb-grau durchscheinende rundliche Umrahmungen auf prächtig rothem Grunde bilden; er soll aus dem Orient stammen.

1) Plinius XXXVI. Buch 7. Cap.

2) Hagia Sophia I. Abth. 243—246. v.

1) Lepsius, Chronologie der Aegypter S. 356.

Vielfach sind es endlich breccienartige Marmorarten, die als antik angesehen werden müssen, deren Fundort sich gleichfalls nicht nachweisen läßt; hierher gehören:

- der marmo giallo brecciato, gelb, roth und grau;
- der marmo rosso brecciato oder die violette breccie, mit violetter Grund und großen weißen Bruchstücken;
- der marmo rosso e bianco brecciato, roth und weiß breccirt, welcher vielfach zur inneren Ausstattung des Clementinischen Museums verwendet wurde;
- die breccia arlequino antico mit falbem Grundton und einer sehr großen Anzahl von kleinen Gesteinsfragmenten in den verschiedensten Farben;
- die breccia carallina, welche weiß-röthliche, theils mehr rundliche, theils schärfere Gesteinsfragmente in einer vorherrschend röthlichen Grundmasse enthält, die jedoch mit kleinen und kleinsten Steintrümmern erfüllt ist;
- die breccia ossea o polipite, ein sehr schönes Gestein, welches in einer verschieden nancirten grauen Grundmasse scharf zersplitterte Gesteinsfragmente in sich aufgenommen hat, die an zerschlagene Knochen erinnern;
- die breccia violacea nuvolata, roth-violett in vielfachen Nüancirungen bis zu gelblich-weiß-violett. Diese

enthält keine scharf ausgesprochenen Fragmente, vielmehr gehen die Konturen förmlich wolkenartig in einander über, zeigen dabei aber einen ungemein reichen Wechsel an Farbe und Form.

Sehr geschätzt ist endlich die antike breccia der heiligen Jungfrau mit chokoladenfarbem Grunde, besät mit feinen weißen oder röthlichen scharfkantigen Flecken und vielen rothen Punkten. Dieser äußerst seltene Marmor diente zur Herstellung der Grabstätte des Cajus Cesium in Rom und zu dem Altare der heiligen Jungfrau.

Hiermit möge diese Abhandlung schließeln, obgleich dieselbe, besonders in dem letzten Theile der Aufzählung derjenigen Marmorarten, deren Steinbrüche total unbekannt sind, Anspruch auf Ausführlichkeit nicht machen kann; sehr zahlreiche Arten wären hier noch aufzuzählen gewesen, wenn ich nicht gefürchtet hätte, den geneigten Leser zu ermüden; ich behalte mir aber vor, ein kurzes, doch möglichst erschöpfendes Verzeichniß aller Marmorarten in einer neuen Auflage meiner Baumaterialienlehre mitzutheilen.

Rud. Gottgetreu.

am häufigsten in der Architektur Verwendung gefunden haben, denn wir finden denselben beinahe bei der Ausstattung römischer Tempel, Kaiserpaläste, Säulenhallen, Vasen, Trümmern, Wandverkleidungen, Friesen, etc. Aber auch der Bildhauerkunst diente er, denn eine große Anzahl von Kaiserbüsten und römischen Statuen des schätzbaren Bewerks, mit welcher Meisterhand die römischen Bildhauer den porphyrro-roten so schön zu verarbeiten wußten. Auch für polychrome Skulptur wurde, ähnlich wie der marmo verde antico, giallo antico und der marmo rosso antico, der porphyrro-roten so häufig verwendet; so schmückten mit diesem Gestein die römischen Statuen der Triumphbögen des Septimius Severus am Fries des Capitol, wie dies die im Jahre 1833 vorgenommenen Ausgrabungen erwiesen haben. Als selten und wenig bekannt möchten hier noch folgende Marmorarten, die meistens nach den antiken im weiteren Sinne zugehörig, anzuführen sein:

der den Franzosen als marmo turquin bekannte Marmor, welcher ein bläuliches, hängt auch graues mit etwas Weißer untermisches Ansehen hat; die schon von den Römern angepriesenen steinernen sollen in nächster Zeit in den Bergen von Tivoli in Albanien wieder entdeckt worden sein und sich nur 2 km vom Meer entfernt befinden.

Sehr selten ist der marmo africano verde, marmorato rosso, ein selten vorkommendes dunkles Gestein, das bisweilen artig roth gefleckt erscheint, seiner Hauptfarbe nach jedoch grün-grün ist, ähnlich, aber grün-grün sein soll, mit durchscheinender weißer, roth und schwärzlichen Flecken durchzogen ist der marmo africano verde picchiettato e fasciato. Die Fundorte dieser Marmorarten sind durchaus unbekannt.

Der marmo occhio di pavone rosso antico, welcher sich durch die Anordnung von einer Anzahl Vertiefungen aus, die vielfach große und kleine, sehr schön durchscheinende runde Umrissformen aufweisen, röhrenförmig bilden, aus dem Orient stammen.

von Die Zeit der Entstehung dieses Marmorart ist unbekannt, aber auf die ersten Jahrhunderte vor Christus zu setzen, denn weit unter der Regierung des Kaisers Septimius Severus (193-211) schon verendet gewesen sein soll. Er ist ein sehr seltenes Gestein, das in der Gegend von Tivoli, in der Nähe des Felsens, der die Sarkophagen Constantins des Großen, seines Sohnes Constantinus II. und der Kaiserin Helena, die Sarkophagen Theodosius des Großen, des Marcianus und der Kaiserin Pulcheria in der Apostelkirche zu Konstantinopel, des Arkadius, Theodosius II. und der Eudoxia im Mausoleum des Justinian nach dem VI. Jahrhundert worden sollen. Sarkophagen nicht mehr erwähnt.

Die erste Verwendung des rothen sarkophagen Porphyrs, welcher in der Kunstgeschichte als porphyrro-roten so bezeichnet wird, scheint in die Zeit der Regierung der Ptolemäer zu fallen, während Plinius berichtet: „dass die ersten Bildsäulen von rothem Porphyrt dem Kaiser Cleopatra von Tyrus, einem syrischen Statthalter, zugeordnet worden seien. Trotz der Nöthigkeit gehen sie nicht, denn niemand hat die römischen nachgeahmt.“

Dieser Marmorart hat sich häufig bewahrt. In der That hat der römische Porphyrt sich nur bei solchen Ausgrabungen und solchen Bauten vorgefunden, welche der oben angegebenen Epoche nachfolgend, läßt man in der großen Entfernung der Steinbrüche, sowie in dem weiten