

45 02788

III



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000304018

III C 6

Frankfurt

x
371

17/6 05

Journal: D. II. 107.

An Inst. d. Ing. Bureau
M. J. J.
27/6

Arch 299



Arch 300 in
Der Zeit schrift für Bauwesen
Jahrgang 1865

Die Abdeckung und Entwässerung größerer gewölbter Brücken auf den preussischen Eisenbahnen.

(Mit 3 Blatt Zeichnungen.)

(Nach den Mittheilungen der Bahnverwaltungen.)

Nach den bisher vorzugsweise angewendeten Methoden der Abdeckung größerer gewölbter Brücken können dieselben je nach dem Orte, wo die Abführung des eingedrungenen Tagewassers stattfindet, in zwei Hauptgruppen eingetheilt werden. Die erstere umfasst die Bauwerke, bei denen das Gefälle der Abdeckung nach dem Scheitel der Bögen gerichtet ist, um von hier aus das sich sammelnde Wasser durch die Gewölbe hindurch ins Freie zu führen; die zweite Reihe würden diejenigen Brücken bilden, deren oberer Rücken ein nach den Mittelpfeilern gerichtetes Gefälle erhalten hat. Die Beseitigung des eingedrungenen Wassers geht bei Bauwerken dieser Gattung entweder mittelst eines durch die Hintermauerung und das Gewölbe in der Nähe des Kämpfers hindurchgeführten Rohrs vor sich, oder die in dem tiefsten Punkte angeordnete Rinne hat nach der Breite der Brücke ein Querfälle nach den Aufsseiten der Stirnen erhalten, durch welche das Wasser Abflus erhält.

In Betreff der bei diesen Entwässerungs-Methoden an verschiedenen Brücken gemachten Erfahrungen sind die nachstehenden Resultate zu registriren.

A. Entwässerung durch den Scheitel.

1) Brücke über die Brahe bei Bromberg mit fünf halbkreisförmig in Ziegeln überwölbten Oeffnungen von 40 Fufs Weite.

Die Abdeckung des Bauwerkes bestand aus einer $\frac{1}{2}$ Zoll starken Asphaltlage auf einer Ziegelflachsicht, welche auf den über den Pfeilern angeordneten Entlastungsgewölben derart disponirt war, daß das Gefälle von 4 Seiten trichterförmig nach der Mitte des Scheitels der großen Brückenbögen führte, von wo ein gusseisernes Rohr die Ableitung des Wassers vermittelte. Ein mit dem Rohr verschraubter Aufsatz, der für den Durchgang des Wassers schlitzförmige Oeffnungen erhalten hatte, reichte bis zur Oberfläche der Brückenbahn. Sämmtliche Arbeiten waren aus vorzüglichem Materiale mit großer Sauberkeit ausgeführt. Die Ueberfüllung bestand aus feinem Sande und darüber aus der 1 Fufs starken Kiesbettung der Schwellen; die Rohraufsätze waren mit einer Steinpackung umgeben. Anfangs zeigte sich ein ununterbrochenes Abtropfen des Wassers aus den Röhren. Als einziger Uebelstand machte sich das in jedem Winter wiederkehrende Zufrieren der Rohre geltend, welches in Zwischenräumen von etwa 6 Stunden ein Aufthauen mittelst glühender Eisen erheischte. Bald markirten sich jedoch an der Gewölbeleibung nasse Stellen, welche immer weiter um sich griffen und sogar eine Auflösung des Mörtels zur Folge hatten, wogegen das Ausstreichen der Fugen mit Portland-Cement erfolglos blieb. Die Freilegung eines Theils der Abdeckungsfläche und eines Ausflusrohres liefs vielfache Risse in der Asphaltdecke erkennen und zeigte, daß die Fugen der Steinpackung mit Sand zugeschlemmt waren.

Die Decke wurde erneuert und die Steine in Moos gepackt. Als auch hierbei der Erfolg hinter den Erwartungen zurückblieb, ersetzte man die Sandüberfüllung durch geschlagenen Granit und versah die Oberfläche der Brückenbahn mit einem möglichst dichten Pflaster, das durch einen in der Mitte angeordneten Rinnstein entwässert wurde. Die Betrachtung endlich, daß eine gute Verbindung der Asphaltdecke und des Mauerwerks mit dem Abflusrohre nur sehr schwer herzustellen und, wenn hergestellt, sofort aufhören müsse, wenn durch die Temperatur-Veränderungen das Rohr sich ausdehne resp. zusammenziehe, somit die Bildung einer Fuge unvermeidlich sei, führte zu einer versuchsweisen Aenderung in der Construction des Rohres, indem, wie in Fig. 1 skizzirt, das eigentliche Abflusrohr in einen in das Gewölbe eingelassenen Sandstein eingesetzt und die Abdeckung in eine tellerartige Erweiterung des Rohres geleitet wurde. Wenn sich auch nach dieser Aenderung im Anfang unverkennbar eine raschere Abführung des Tagewassers und des in die Gewölbeüberfüllung gelangten Sickerwassers zeigte, so war der Erfolg doch kein durchgreifender und die Durchnässung des Gewölbes nahm ihren Fortgang. Man entschloß sich daher zu einer durchgreifenden Aenderung der bisherigen Entwässerung, wobei es vorzugsweise darauf ankam, den Abflus des Sickerwassers frostfrei zu erhalten. Der Oberfläche der Brücke wurde demgemäß eine Abwässerung nach den Rückseiten der Stirnpfeiler gegeben, wobei die Abmessungen des Bauwerkes gestatteten, ein Gefälle von 1:80 anzuwenden. Zu dem Ende wurden die Abwässerungsröhren geschlossen und durch eine Bétonschüttung über den Scheiteln resp. durch Wegbrechen des vorstehenden Mauerwerks über den Pfeilern, wie in den Skizzen Fig. 2 und 3 angegeben ist, unter jedem Geleise eine regelmäßige, von der Mitte der Brücke bis an das Ende reichende Rinne gebildet. Die Oberfläche dieser Abdeckung wurde mit einem Putz von Portlandementmörtel abgeglichen und demnächst sorgfältig mit Asphaltfilz überdeckt. In die Rinnen wurden auf den Asphaltfilz Drainröhren in Moos gelegt und das Ganze mit sorgfältig gesiebtem groben Kiese überfüllt. Zur rascheren Abführung des Wassers wurde an den Enden der Brücke in der Dammschüttung eine bis in die Seitenböschungen reichende Steinpackung in Moos ausgeführt. Der Asphaltfilz wurde, wie die Skizze ergibt, an den Seiten in die Höhe geführt und in die erste Fuge unter dem Banquett-Mauerwerk eingelegt. Die einzelnen Tafeln überdecken sich nach dem Gefälle um einige Zolle, und ist das Ganze, um alle beim Biegen etwa entstandenen Risse zu schließen, noch mit Asphalt überzogen worden. Hierdurch scheint der Zweck einer dauernd guten Entwässerung der Brücke erreicht und der Zerstörung der Gewölbe Einhalt gethan zu sein. Dieselben sind zwar noch nicht vollständig ausgetrocknet, doch zeigt sich eine entschiedene Besserung.

Auch hat sich kein Uebelstand an den Stirnfeilern bemerkt gemacht.

2. Schwarzwasserbrücke bei Terespol.

Die Entwässerung dieses Bauwerkes war nach demselben Princip eingerichtet wie bei der Brahebrücke. Es traten dieselben Mängel zu Tage und blieben ebenso mehrfache Veränderungen und Reparaturen, die ähnlich, wie ad 1 beschrieben, angeordnet wurden, ohne den gewünschten Erfolg. Schliesslich hat man sich daher auch hier zur Herstellung einer nach den Enden der Brücke führenden Abwässerung entschlossen. Zu diesem Behufe ist der Oberfläche des Bauwerkes eine muldenförmige Gestalt gegeben, deren in die Mitte fallenden tiefsten Punkte nach der Längsaxe der Brücke eine Rinne mit einem Gefälle von 1:46 bilden. Die Herstellung der Rinne, sowie die Abdeckung des Rückens erfolgte in derselben Weise wie bei der Brahebrücke. Ueber den Erfolg derselben hat sich bis jetzt nach Ablauf eines Jahres ein sicheres Urtheil noch nicht gewinnen lassen.

3. Der Neisse-Viaduct bei Görlitz

mit 2 Bögen von 21 Fufs resp. 24 Fufs lichter Weite, 18 Oeffnungen von 30 Fufs Weite in drei Gruppen, 5 Oeffnungen à 40 Fufs, 3 desgl. von 59 $\frac{1}{2}$ Fufs und 3 von 70 $\frac{2}{3}$ Fufs lichter Weite.

Bei den 40 und mehr Fufs grossen Oeffnungen dieses Bauwerkes sind über den Pfeilern Entlastungsgewölbe in der üblichen Weise angeordnet, deren Abdeckung nach den Scheiteln der Brückenbögen entwässert ist. Auf die in Cement gelegte Abgleichungsschicht ist ein Asphaltgufs aufgebracht, auf welchem das Sickerwasser nach einer im tiefsten Punkte angebrachten Rinne aus Granitquadern fließt. Diese Rinne ist mit Granitplatten abgedeckt. Aus dem tiefsten Punkte derselben führen kupferne Röhren das Wasser durch den Gewölbescheitel ab. Nach den bisherigen Erfahrungen soll diese Anlage, obgleich ungemein kostspielig, sich bis jetzt im Allgemeinen gut bewährt haben, obwohl die ursprünglich auf dem Bauwerke vorhandene Abpflasterung später entfernt und durch eine gewöhnliche Kiesbettung ersetzt worden ist.

4. Die Moselbrücke bei Conz, aus 8 Oeffnungen von 70 Fufs Weite mit flachen Bögen von $\frac{1}{2}$ Pfeilhöhe bestehend.

Die Abdeckung der über den Pfeilern angeordneten Entlastungsbögen bildet, wie bei der Brahebrücke, eine Fläche, welche sich einerseits von der Mitte der Pfeiler nach dem Scheitel des Gewölbes, andererseits von den Stirnmauern aus nach der Mitte der Brücke mit einem durchschnittlichen Gefälle von 1:31 neigt. In der Mitte des Scheitels des Gewölbes führt eine 9 Zoll weite gusseiserne Röhre die Tagewasser ab. Die Abgleichung der Hintermauerungen ist aus lagerhaften Sandsteinplatten in verlängertem Trafsörtel hergestellt und mit einer $\frac{1}{2}$ zölligen Asphaltschicht abgedeckt. An den Stellen, wo der Asphalt an senkrechte oder steil geböschte Mauern stößt, ist er, wie in Fig. 4 skizzirt, in eine 4 Zoll tiefe Nuth eingestrichen, welche später wieder mit Mauerwerk ausgefüllt wurde.

Die inneren Seiten der Stirnmauern, wie überhaupt alle senkrechten und stark geneigten Flächen sind mit Asphalttheer angestrichen. Die obere Fläche der Stirnmauern ist gleichfalls bis unter die Brüstungsquader mit einer $\frac{1}{2}$ Zoll starken Asphaltschicht versehen, welche einige Zoll über den Asphalt-Anstrich der Seitenwände fortgreift. Der im Scheitel des Gewölbes befindliche Abfalltrichter ist so angebracht, daß die Asphaltirung noch durch die Schlitze der oberen Verbreiterung des Trichters geführt und an der inneren Wand desselben angedrückt werden konnte. In den zwischen Trichter

und Mauerwerk befindlichen $\frac{1}{2}$ Zoll breiten Spielraum greift außerdem die Asphaltdecke hinein und werden auf diese Weise die Aufsenflächen des Trichters mit einem entsprechend breiten Asphalttringe umschlossen. Um den Trichter, dessen Deckel gleichfalls mit Schlitzen versehen ist, sind gröfsere Flufskiesel sorgfältig vertheilt, damit die Tagewasser möglichst rasch zum Abflufs gelangen können. Die Sohlen der Entlastungsbögen sind nach den Pfeilern zu stark geneigt und gleichfalls mit einer $\frac{1}{2}$ Zoll starken Asphaltdecke versehen, während die senkrechten Wände bis zum Kämpfer mit Asphalttheer bestrichen wurden. Die asphaltirte Sohle des in der Breitenrichtung der Brücke geführten Entlastungs-Canals ist nach der Mitte der Brücke geneigt und an der tiefsten Stelle von einem kleinen Versenke aus eine 4 Zoll weite gusseiserne Röhre zum Abflufs des sich etwa sammelnden Wassers durch den Gewölbeanfänger nach Aufsen geführt.

Sämmtliche Bögen und Pfeiler der bereits im Herbst 1859 fertig gestellten Moselbrücke sind vollkommen trocken und kann daher die Abdeckung derselben als eine durchaus wasserdichte bezeichnet werden.

5. Die gewölbten Brücken über die Nahe etc. auf der Rhein-Nahe Eisenbahn sind im Allgemeinen nach demselben Princip abgedeckt wie die Brücke ad 4. Es konnte der Abdeckung jedoch ein Minimal-Gefälle von 1:24 gegeben werden; sie besteht aus einer Asphaltlage auf einer Ziegelflachschiicht.

Bei einem Theil der Brücken, deren Bögen erst im Spätherbst geschlossen wurden und deren vollständige Fertigstellung gleichwohl erforderlich war, schritt man zur Anwendung von Cementdecken, weil voraussichtlich Asphaltdecken nicht mehr mit günstigem Erfolge aufgebracht werden konnten. Diese Cementdecken haben sich im Allgemeinen sehr wenig bewährt und mußten zum Theil im Frühjahr durch Asphaltdecken ersetzt werden. Auch an den Asphaltdecken treten in der Nähe der Stirnmauern einzelne nasse Stellen auf, welche durch eine Ablösung der Decke von den aus Bruchsteinen construirten Mauern hervorgerufen sind.

Nachdem die Stirnmauern mit Ziegelsteinen verblendet und hierauf die Asphaltirung gebracht war, hat sich die Nässe an diesen Stellen verloren. An mehreren Brücken trat eine räumlich beschränkte Undichtheit an den im Scheitel der Bögen angebrachten Entwässerungsröhren hervor. Da der Grund für diese Erscheinung nur in einem mangelhaften Anschluß der Asphaltirung an die Röhren zu suchen war, so versenkte man die Trichter etwa 3 Zoll tief in das Mauerwerk und liefs die Ziegelflachschiicht mit der Asphaltirung über den Rand des Trichters fortgreifen. Ganz befriedigende Resultate sind jedoch auch hierdurch nicht erreicht, da an einzelnen Brücken bereits wieder nasse Stellen bis zur Gröfse von 2 Quadratfufs sich zeigen.

6. Die Oderbrücke bei Breslau mit 28 in flachen Kreisbögen aus Klinkern gewölbten Oeffnungen von 30 Fufs lichter Weite.

Die Abdeckung der über den Pfeilern vorhandenen Entlastungsgewölbe, welche bei einigen Gewölbegruppen aus Asphalt, bei anderen aus einer Cementlage hergestellt ist, hat über jedem Brückenbogen von drei Seiten nach dem Scheitel zu Gefälle erhalten und führt das Wasser nach dem an der einen Stirnmauer der nur eingeleisig erbauten Brücke angeordneten, mit Vertikal-Schlitz versehenen gusseisernen Röhrenkopf. Letzterer steht in einer tellerartigen Erweiterung des gusseisernen Rohres, welches das Wasser senkrecht durch die Gewölbescheitel abführt, wie dies durch die Skizzen Fig. 5 und 6 erläutert wird.

Nach einigen Jahren zeigten sich in den Gewölbeleibungen in der Nähe der Scheitel und namentlich um die Abfallröhren herum nasse Stellen, die nach und nach trotz der Ausbesserungen der Cement- resp. Asphalt-Abdeckung an Umfang zunahm. Da unter diesen Umständen eine gründliche Abhilfe geboten war, so wurde zunächst das Geleise auf der Brücke mit Holz unterbaut und die Abgleichung über den Gewölben gänzlich freigelegt. Eine hierauf vorgenommene sorgfältige Untersuchung ergab, daß die wahrscheinliche Veranlassung zum Eindringen der Nässe in einer ungenügenden Deckung der Stirnmauern und in einer mangelhaften Anordnung der Ausgufskasten zu suchen sei, da die Asphaltirungen wie die Cementirungen bis auf wenige feine durchgehende Risse, welche durch die Einwirkungen des Frostes oder der Erschütterungen entstanden zu sein schienen, sich gut erhalten erwiesen. Die Deckung der Stirnmauern war an den schrägansteigenden Stirnflächen nicht hoch genug hinaufgezogen und blieb daher der größte Theil dieser Flächen dem Eindringen der Nässe bloßgestellt. Die Röhrenköpfe standen in Nischen der Stirnmauern von drei Seiten frei, mit der vierten angelehnt, und da die Wände der Nischen nicht gegen Eindringen der Nässe genügend gesichert waren, so fand das sich hier sammelnde Wasser Gelegenheit, namentlich wenn Eis die Ausgufsröhre versetzt hatte, in das die Kasten umgebende Mauerwerk einzudringen und von dort aus sich den Gewölben, wie den Stirnmauern mitzuthemen.

Zur Beseitigung der vorgefundenen Mängel wurden die am meisten durchnässten Gewölbe, nachdem sie freigelegt längere Zeit der Einwirkung der Sonne ausgesetzt worden waren, unter Belassung der vorhandenen alten Abdeckung, sowie die bisher ungeschützten schräg ansteigenden inneren Flächen der Stirnmauern mit einer in Cement gelegten Klinkerschicht bekleidet, auch die nachtheiligen hohlen Räume an den eisernen Kasten mit Klinkern in Cement ausgemauert, sodann aber die gesammten Flächen mit Asphaltplatten aus der Fabrik von Büsscher & Hoffmann in Neustadt-Eberswalde überdeckt, diese Platten in beide Stirnmauern eingebunden und mit aller Sorgfalt in der Einmündung der Kasten befestigt. Diese Maafnahmen scheinen von gutem Erfolge gewesen zu sein, da ein allmähiges Abtrocknen der nassen Stellen bemerkt wird und neue Durchsickerungen bis jetzt nicht stattgefunden haben.

7. Die Brücken über das Polomer Wasser bei Zworog und über das Golormühlen-Fliefs, jede mit 2 Öffnungen à 20 Fufs Weite mit flachen Bögen. Die Abdeckung ist durch sattelförmige Hintermauerung des Brückengewölbes, durch eine in Cement gelegte Ziegelflachsicht und eine 2 Zoll starke Cementlage erfolgt. Ueber diese letztere ist noch eine 6 Zoll starke Lettenschicht geschlagen. Nach den Stirnen steigt die Hintermauerung dergestalt an, daß das sich sammelnde Wasser nach der Mitte der Brücke zusammenfließt, von wo es durch eine mit durchlöcherter Sammelkopf versehene gußeiserne Röhre durch das Brückengewölbe geführt wird. — Zur Sicherung gegen Verschlamung ist der Sammelkopf sorgfältig mit Steinen und grobem Kies umpackt.

Im Ganzen hat sich diese Einrichtung nicht vollständig bewährt, da eine vollkommene Abhaltung der Nässe von dem Brückengewölbe nicht erreicht worden ist. Ein, wenn auch nicht erheblich großer Theil der Nässe tropft durch Fugen des Gewölbes ab.

8. Die Brücken über die Sieg in der Deutz-Giefsener Eisenbahn, 23 an der Zahl, sind meist mit flachen Bögen, einige jedoch auch mit halbkreisförmigen Bögen überwölbt. Die Abdeckung ist mit dem Gefälle nach

dem Scheitel der Bögen durch eine, auf den Entlastungsgewölben angeordnete doppelte Ziegelflachsicht in verlängertem Cement-Mörtel, auf welcher eine $\frac{1}{2}$ Zoll starke Asphaltflachsicht liegt, hergestellt. Die Asphaltdecke ist an den Stirnen 3 bis 6 Zoll hoch hinaufgezogen. An dem tiefsten Punkte über dem Scheitel ist ein gußeisernes, nach unten erweitertes Rohr zur Abführung des Sickerwassers angebracht, das nach der Skizze Fig. 7 geformt ist. Zur Abführung des etwa in die Entlastungsgewölbe eindringenden Wassers ist auch hier ein in der Nähe der Kämpfer durch die Gewölbe geführtes Rohr vorhanden. Der größte Theil dieser Brücken zeigt ein untadelhaftes Verhalten. Bei einigen markiren sich dagegen nach anhaltendem Regen auf der inneren Leibung feuchte Stellen, von welchen die Feuchtigkeit abträufelt; bei einer anderen gehen feuchte Stellen von der Stirn der Gewölbe aus, und lassen bei lang anhaltendem Regen mehr oder minder lebhaft Wasser fallen.

Im Verhältniß zu der großen Zahl der Brücken und dem Umfange der gesammten abgedeckten Flächen (134700 Q.-Fufs) erscheint dies Resultat noch als ein ziemlich günstiges, da die Gesammtfläche der feuchten Stellen nur etwa $\frac{2}{3}$ pCt. der abgedeckten beträgt. Nur bei drei Brücken wird die bemerkbar gewordene Feuchtigkeit einer Zerstörung oder Verletzung der Asphaltflachsicht zugeschrieben; bei den übrigen, deren feuchte Stellen sämmtlich ungleich geringer sind, scheint die Nässe zum Theil in Folge Feuchtwerdens der Leibungsflächen, namentlich am Rande der Stirn durch schrägfallenden Regen, zum Theil dadurch hervorgerufen zu werden, daß das auf die Brückenbahn fallende Wasser längs der inneren Seite der Stirnmauer herab und direct zwischen der nach Obigem um mehrere Zoll an die Mauer heraufgezogenen Asphaltdecke und der Mauer selbst durchläuft, oder daß die Steine der Stirnmauern selbst resp. die Fugen auf dieser inneren Seite verhältnißmäßig viel Wasser aufnehmen und nach und nach weiter abgeben.

9. Die Erftbrücke in der Cöln-Crefelder Eisenbahn war beim Neubau asphaltirt und in der gewöhnlichen Weise im Scheitel durch ein gußeisernes Abfallrohr entwässert. Die Gewölbe zeigten an verschiedenen Stellen und besonders an den Wasserluten im Scheitel bedeutende Feuchtigkeit, so daß eine neue Abdeckung zur Ausführung gebracht werden mußte. Beim Bloßlegen der Gewölbe ergab sich, daß die alte Asphaltirung sehr spröde und deshalb verschiedentlich gerissen war, und daß diese Risse und mehrfach sich findende Blasen und Lösungen zwischen Asphaltflachsicht und Ziegelpflaster, sowie die mangelhafte Construction der im Scheitel befindlichen gußeisernen Wasserlutte das Eindringen der Feuchtigkeit in das Gewölbe befördert hatten. Korb und Trichter waren in einem Stück ohne tellerförmigen Rand gegossen, die Fuge zwischen Asphalt und Eisen also nicht zu dichten.

Nachdem der Korb vom Trichter der gußeisernen Lutte getrennt und der Trichter mit einem tief unter den Asphalt greifenden Rande versehen, auch zum Asphaltiren selbst zähes Material genommen war, hat die Abdeckung ihren Zweck erfüllt, indem die feuchten Stellen sich nach und nach verloren haben.

Die Skizze Fig. 8 stellt die jetzige Construction der Wasserluten näher dar.

10. Der Rheinbrücken-Viaduct in Cöln hatte eine Cement-Abdeckung und Entwässerung durch den Scheitel mittelst gußeiserner Röhre. Schon im ersten Jahre des Betriebes wurden aber sämmtliche Gewölbe derartig von Feuchtigkeit durchdrungen, daß eine schleunige Abhilfe nöthig er-

schien. Nach dem Aufräumen des Kiesbettes und dem Reinigen der Cementdecke ergab sich, daß die letztere mit einer Unzahl feiner Risse durchzogen war, durch welche die Feuchtigkeit in das Mauerwerk der Gewölbe eindrang.

Die Abfallröhren mit den Seigerkörben bestanden, wie an der Erftbrücke, aus einem Stück ohne tellerartigen Rand, und schloß die Cementabdeckung, eine offene Fuge bildend, nur unvollkommen an den Umfang des Korbes an. Durch diese Fuge zog das Wasser in größeren Massen ein und vermehrte die Feuchtigkeit des schon ganz durchnässten Gewölbe-Mauerwerks.

Nach diesen mit der Cementabdeckung mißglückten Versuchen wurde eine Asphaltirung mit elastischem Limmer-Asphalt in 2 Lagen von zusammen 6 Linien Stärke vorgenommen, wobei an den Stirnübermauerungen etwa 4 Zoll über der Abdeckung eine Fuge eingehauen und in diese die Asphaltschicht gezogen wurde. Die Ausführung geschah in 2 Lagen, um die beim Aufbringen der ersten Schicht entstehenden und durch die aus der feuchten Unterlage entweichenden Dämpfe sich bildenden Poren und Risse wieder zu schließen.

Den gusseisernen Wasserlutton wurde eine andere Construction ähnlich wie bei der Erftbrücke gegeben, die Röhre mit einem breiten, weit unter den Asphalt greifenden Rand versehen, und der getrennte Korb in die gebildete Vertiefung lose eingesetzt. Um das Eindringen größerer scharfer Kiesel in die Asphaltschicht zu verhüten, ist dieselbe zunächst mit einer 4 Zoll hohen Sandlage überschüttet und demnächst erst das Bettungsmaterial vorsichtig aufgebracht worden. Die Gewölbe sind nach und nach ausgetrocknet, und hat sich die angewendete Methode bis jetzt bewährt.

11. Die Ahrbrücke zwischen Remagen und Sinzig ist ebenfalls nach dem Scheitel der Brückenbögen entwässert. Ihr oberer Rücken ist asphaltirt; um die Abfallröhren zeigt sich in allen Oeffnungen ein feuchter Mauerkranz, der, wenn auch in keiner Weise bis jetzt schädlich, so doch die mangelhafte Verbindung des Gulseisens und Asphalts in ähnlicher Weise, wie beim Rheinbrücken-Viaduct in Cöln beweist.

12. Die Moselfluthbrücke bei Coblenz ist sehr sorgfältig mit Cement abgedeckt und zeigt, weil an ihr die gusseisernen Wasserlutton eine bessere Construction erhalten haben, um diese herum keine bemerkenswerthe Feuchtigkeit.

An der Widerlagsseite eines an den befestigten Mittelpfeiler anschließenden Bogens ist jedoch eine feuchte Stelle schon bald nach der Vollendung der Brücke hervorgetreten. Im Verlaufe des verflossenen Jahres wurde die betreffende Bogenhälfte bloßgelegt. Es fanden sich in der Cementabdeckung feine Risse vor, welche aufgehauen und von Neuem ausgestrichen wurden.

Ein sichtlicher Erfolg dieser Reparatur hat sich bis jetzt nicht geltend gemacht, was möglicher Weise darin seinen Grund haben kann, daß die doppelgeleisig im Betriebe stehende Brücke steten Erschütterungen ausgesetzt ist und somit den in Cement ausgeführten Reparaturen nicht Zeit zum Erhärten bleibt.

13. Die Roerbrücke bei Düren,

14. der Langerweher-Viaduct,

15. die Indebrücke,

16. der Krautmühlen-Viaduct auf der Rheinischen Eisenbahn zwischen Cöln und Aachen, zeigten wie fast alle Bauwerke dieser Linie, schon bald nach dem Bau ein so bedeutendes Durchdringen der Nässe, daß eine durchgreifende Asphaltirung dieser mit Scheitelentwässerung versehenen Bauwerke vorgenommen werden mußte. Diese Abdeckung hat

zwar während längerer Jahre ganz gut gehalten, doch entstanden demnächst an allen Wasserabfuhröhren, sowie auch an einzelnen anderen Gewölbetheilen von Neuem feuchte Stellen.

Ganz dasselbe hat sich bei dem

17. Burtscheidter Viaducte bemerkbar gemacht, bei welchem ebenfalls um die in den Scheiteln angebrachten Abfallröhren feuchte Stellen vorhanden sind.

B. Entwässerung nach den Pfeilern mit Abführung durch die Stirn.

1. Die Stirnpfeiler der Brücke über die Weichsel bei Dirschau.

Die in dem zugleich zur Befestigung dienenden umfangreichen Stirnpfeiler angelegten Casematten hatten ursprünglich eine Decke von Asphalt in der Weise erhalten, daß zwischen den einzelnen Gewölbe-Abtheilungen über den Zwischenpfeilern Kehlen mit Gefälle nach den Aufsenseiten gebildet waren. In Kies eingelegte Drainröhren führten das Wasser bis zu den Stirnmauern, wo dasselbe durch in Werkstein eingearbeitete und nach Außen vorgekragte Rinnen abgeführt wurde. Die hintere Fläche entwässerte dagegen nach der Rückseite des Landpfeilers, wo das Wasser nach einem mit Steinen ausgefüllten, bis auf das Grundwasser hinabreichenden Sickerschacht zusammengezogen war.

Da sich bald nach Herstellung der Brücke ergab, daß die Abdeckung der Gewölbe, namentlich unter dem Geleise und den Fahrstraßen, welche durch die oben in Hausteinen endigenden Mauern *P*, Fig. 9, gegen das Bahngeleis abgegrenzt waren, nicht dicht hielt, so wurde zwischen diesen Mauern auf der ursprünglichen Asphaltlage noch eine 1 Fuß starke Concretlage aus Dirschauer Cement hergestellt, und diese nochmals mit Asphalt abgedeckt. Doch auch dieses Sicherungsmittel war nicht genügend, denn es zeigte sich an vielen Stellen in den Casematten an den inneren Gewölbeflächen Nässe, die immer mehr und mehr zunahm. Auch die Asphaltdecken auf den Mittelpfeilern hatten 3 Jahre nach der Eröffnung der Brücke bereits so viele Undichtigkeiten, daß sie sorgfältig erneuert werden mußten. Dieselben üblen Erscheinungen kehrten jedoch schon im nächsten Jahre wieder. Der Asphalt hatte überall feine Risse, welche bei der Verwendung im Freien bewiesen, daß derselbe für das dortige rauhe Klima kein sicheres Schutzmittel biete; über den Casematten aber, wo er den Einflüssen der Witterung entzogen war, ergaben sich diese Risse als die Folge von Bewegungen in den Gewölben bei verschiedenen Temperaturen. Man entschloß sich daher, um das kostbare Bauwerk mit Sicherheit gegen die nachtheiligen Einflüsse der eindringenden Feuchtigkeit zu schützen, dasselbe mit Granitplatten in der in den Fig. 9, 10 und 11 dargestellten Weise abzudecken. Die Abführung des Sickerwassers von den Casemattengewölben, welche hier zunächst in Betracht kommen, geschieht nach dem Sickerbrunnen am hinteren Ende des Landpfeilers, einmal, weil das Mauerwerk sich unter der hinteren Fläche auch früher trocken erhalten hatte, und zweitens, weil die Erfahrung gelehrt hatte, daß die Abführung des Wassers ins Freie im Winter stets den Nachtheil hat, daß das Wasser in den engen Ausflußöffnungen gefriert und diese alsdann verstopft werden. Die Platten wurden daher in drei verschiedenen Ebenen gelegt, welche von den crenelirten Mauern und den Thürmen her sich nach einer Rinne *RQ* neigen und daher zwei Kehlen *QS* und *QT* bilden, welche in die Platten eingearbeitet sind. Jede Plattenreihe hat ein Gefälle von 2 Zoll. In die Mauern sind die Platten auf 6 Zoll tief eingelassen und vor der Mauerfläche 3 Zoll tief ausgehöhlt, damit das an der Mauer

sich herabziehende Wasser nicht hinter die Platten eindringen kann (cfr. die Skizze Fig. 12). Die Platten wurden auf Ziegelsteinmauerwerk in Stettiner Portland-Cement genau und sicher verlegt und mit Cement unter- und vergossen. Auf die Rinne, welche aus drei starken 22 Zoll breiten Granitsteinen, die gleichfalls in einander gefälzt sind, besteht, legen sich die Platten nach Figur 13 auf. Die Rinne ist darauf mit gusseisernen $\frac{1}{2}$ Zoll starken Halbröhren, welche 3 Fufs lang sind und an den Enden Verstärkungsrippen haben, überdeckt. Die ganze Fläche über den Platten ist mit rein gewaschenem groben Kies von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Stärke überschüttet und darauf das Schienengeleis in das Steinpflaster verlegt, letzteres in reingewaschenen Kies von Erbsengröße. Die Stofsugen der Platten sind an dieser Stelle noch besonders gedichtet worden. Es erschien bedenklich, dieselben hier nur mit Cement zu schliessen, indem Erschütterungen leicht zu Trennungen in den Fugen Veranlassung geben können und ein Dichten sich nicht ohne grosse Kosten bewerkstelligen lässt, umsomehr, als Undichtigkeiten nicht so leicht aufzufinden sind. Es wurden daher die Platten neben den Stößen nach der Skizze Fig. 14 etwa $\frac{1}{4}$ Zoll tief eingearbeitet und ein Bleistreifen von 4 Zoll Breite, $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke fest eingeprefst.

Der Erfolg der Abdeckung ist ein vollständig sicherer; an allen Stellen, an denen sich früher Feuchtigkeit zeigte, ist diese verschwunden.

2. Die Buckowbrücke in der Berlin-Stettiner Eisenbahn mit 3 Oeffnungen von $19\frac{1}{2}$ Fufs lichter Weite in Halbkreisbögen mit Ziegeln überwölbt. Die erste Entwässerungsanlage bestand darin, dass die Hintermauerung der Brückenbögen im Mauerwerk abgeglichen wurde und das sich an den tiefsten Punkten dieser Abgleichung sammelnde Wasser durch Ausgufsrohre seitwärts abgeführt wurde. Da diese Art der Entwässerung aber sich sehr bald als ungenügend herausstellte, so wurde eine zweite angelegt, Fig. 15 u. 16, welche in einer Abpflasterung von Ziegelsteinen auf hoher Kante in Cement, in den angegebenen Gefälllinien verlegt, bestand. Diese Abpflasterung war ausserdem noch mit Asphalt abgedeckt und die Asphaltlage auch an den Seitenmauern der Brücke hochgeführt. Das sich sammelnde Wasser wurde gleichfalls von den tiefsten Punkten der Abpflasterung aus durch Ausgufsrohre seitwärts abgeführt.

Auch diese Art der Entwässerung hat sich nicht bewährt und wurden die Gewölbe immer wieder feucht. Bei einer Untersuchung stellte sich heraus, dass der Asphalt Risse bekommen hatte und durch diese das Wasser hindurchgesickert war. Es wurde nun eine dritte Entwässerungsart ausgeführt, welche sich zu bewähren scheint. Dieselbe besteht aus einer über die ganze obere Fläche der Brücke sich ausdehnende Abdeckung von Dachpappen auf Bretterschaalung, welche das Wasser nach den beiden Enden der Brücke abführt, wo es sich in hölzernen mit Pappe ausgefüllten Rinnen sammelt und seitwärts die Böschung hinabgeführt wird.

Um das erforderliche Gefälle zu erhalten, sind die Schienen in der ganzen Länge der Brücke auf 10 Zoll im Quadrat starken Langschwelen verlegt. Diese Langschwelen sind auf gewöhnliche Bahnschwelen aufgekämmt, und ist durch Knaggen und andere Unterlagshölzer eine Auflage für die Bretterschaalung gebildet.

3. Die Brücke über die Radue in der hinterpommerschen Eisenbahn bei Cörlin mit 5 Oeffnungen von 36 Fufs Weite, welche im Halbkreise mit Ziegeln überwölbt sind. Ueber den Pfeilern sind drei Entlastungsgewölbe angeordnet, deren Gefälle von dem Scheitel der Brückenbögen nach der Pfeiler-Mitte gerichtet ist. Von den Entlastungs-

gewölben nehmen die beiden seitlichen das Sickerwasser auf und führen es über dem Pfeiler durch ein Rohr in das Innere des Canals, von wo es seitlich durch die Stirn abgeführt wird. Die mittlere Kammer enthält einen Einsteigeschacht. Die Abdeckung besteht aus einem Asphaltgufs. Ob an dieser Anordnung Nachteile zu Tage getreten, ist in Bezug auf die Mittelpfeiler nicht mitgetheilt. Anders verhält es sich mit den beiden Landpfeilern, über denen ebenfalls 3 Kammern angelegt waren, von denen die mittlere den Einsteigeschacht enthält, während die anderen mit dieser durch überwölbte Oeffnungen verbunden sind. Dem Boden der 3 Kammern war nach der Mitte ein starkes Gefälle gegeben, so dass an diesem tiefsten Punkte das Wasser sich sammelte und zeitweise durch Schöpfen entfernt werden musste, da ein Abfluss nicht vorhanden, auch kein Luftzug angelegt war. Auf ein Eindringen des Tagewassers von oben her war nicht gerechnet, da die Hintermauerung vom Gewölbescheitel aus über das Widerlager hinweg ein gleichmäßiges Gefälle hat, in Cement abgedeckt und mit einem starken Asphaltgufs versehen ist. Es zeigte sich jedoch im Laufe der Jahre, als die Asphaltlage Risse bekam und undicht wurde, dass das Regenwasser durch das schwache Gewölbe der Kammern seinen Weg fand und dass bei dem Mangel an einer Ventilation die Luft in dem fest geschlossenen Raum eine sehr hohe mit Wasserdunst geschwängerte Temperatur annahm, so dass bei jedem äusseren Witterungswechsel der Dunst an der Decke und den Wänden sich tropfbar niederschlug. Dieses Wasser konnte nicht nur keinen Abfluss finden, sondern es griff auch das Brückengewölbe und gerade in einer sehr gefährlichen Stelle in der Nähe der Bruchfuge allmählig an, so dass eine Abhilfe dringend notwendig wurde.

Wie in Fig. 17 angegeben, wurde der Boden der Kammern um das doppelt schraffierte Stück erhöht und mit einem starken Cementgufs versehen. Ein gusseiserner Teller mit Knierohr und verkröpftem Rande wurde an der tiefsten Stelle so vermauert, dass die Cementabdeckung in die um den Teller herumlaufende Rinne einsetzte. Alsdann wurde das Gewölbe-Mauerwerk durchbohrt, ein einfaches Gufsrohr von 3 Zoll lichter Weite mit Muffe auf dem Knieansatz des Tellers aufgeschoben, die Muffe gehörig abgedichtet und der Raum um das Rohr mit Cement vergossen. Zur Herstellung einer genügenden Ventilation sind in den beiden Seitenmauern der Brücke da, wo Feldsteine und Ziegelmauerwerk sich verbinden, Schlitze von 6 Zoll Breite und 12 Zoll Höhe nachträglich ausgemtm.

Ueber den Erfolg dieser Maafsregel lässt sich zur Zeit noch kein Urtheil fällen.

4. Bei den Brücken der Berlin-Hamburger Bahn waren ursprünglich die oberen Schichten in Cement gelegt und das Ganze demnächst mit Mastix-Cement überzogen worden. Das Gefälle des Rückens war von dem Gewölbescheitel nach den Pfeilern resp. den Widerlagern gerichtet. In dem tiefsten Punkte führte ein 3 Zoll weites Metallrohr das gesammelte Wasser entweder nach der Stirn oder auch nach der inneren Leibung des Bogens in der Höhe des Kämpfers. Die Ueberschüttung der Gewölbe war demnächst mit gewöhnlichem Sande geschehen. Im Laufe der Zeit zeigten sich bei fast allen gröfseren Brücken nasse Stellen im Gewölbe, was nach und nach zunahm. Bei der Blofslegung fand sich, dass die 3zölligen Abflufsrohre durch Sand verschlemmt und der Mastix-Cement rissig, zum Theil auch bröckelig geworden war.

Bei den erneuten Abdeckungen ist folgendes Verfahren beobachtet worden: Nach Beseitigung der Erde wurde der Mastix-Cement sorgfältig abgehackt, die aus Flachsichten be-

stehende Abdeckung mit Portland-Cement neu gefugt und mit heißem Sande getrocknet, die Abwässerung in der Richtung vom Scheitel nach den Mittelpfeilern resp. den Widerlagern beibehalten, über den Mittelpfeilern selbst aber der Abfluss nach dem Auferen der beiden Seitenmauern gerichtet. Zu diesem Zwecke legte man an der tiefsten Stelle eine muldenförmige Rinne an, die in der Mittelaxe der Brücke flach beginnend, nach beiden Stirnmauern zu sich bis zum Halbkreis von 12 Zoll Durchmesser mit abgerundeten Kanten vertiefte, und vermauerte zu beiden Seiten der Stirnmauer ein 6 bis 8 Zoll weites Abflussrohr von Zink oder Gufeseisen. Der Anschluss dieses Abflussrohres erforderte große Vorsicht, um ein Nebensickern des Wassers zu vermeiden; dies wurde durch einen am Rohr befindlichen aufgebogenen Rand von 6 Zoll Breite erreicht, der noch ganz von Cementmauerwerk umgeben wurde. Den rechten Winkel, welcher sich am Ansatz der senkrechten Stirnmauer auf der Fläche der Gewölbe-Abdeckung bildet und der zum Ansammeln von Wasser geeignet erschien, mauerte man mit, der Länge nach keilförmig zugehauenen Kopfsteinen, in Cement aus.

Nach gehöriger Austrocknung wurde das gesammte zu beschüttende Mauerwerk, auch die vertikalen Flächen, mit einer $\frac{1}{2}$ Zoll starken Asphaltlage überzogen und nachdem die selbe steif genug war, belegte man sie vorsichtig mit platten, lagerhaften Granitsteinen; besonders überdeckte man die Mulde und den Einfluß in das Abflussrohr mit Deckplatten. Ueber diese Steinschicht wurde eine zweite und dritte Schicht Steine von abnehmender Größe gelegt und zuletzt oben mit gesiebtem, reinem Kies ausgeglichen, worauf demnächst der gewöhnliche ungesiebte Kies gebracht wurde, in welchen die Schwellen des Bahngestänges gebettet werden.

An den Widerlagsmauern wurde in dem Erdkörper und zwar in Höhe der Abdeckung und in unmittelbarem Anschluß an dieselbe eine ähnliche Steinschüttung gemacht und bis in die Dossirung des Bahnkörpers fortgeführt.

Anstatt der Asphaltlage ist an einer Brücke versuchsweise eine Lage von Asphaltfilz in Platten von 3 Fufs Breite und 12 Fufs Länge, welche sich angemessen überdecken, angewendet worden.

Beide Abdeckungsarten haben sich bisher gut bewährt, indem die Brückengewölbe trocken geworden sind. Einen wesentlichen Einfluß übt jedenfalls die erwähnte Steinschicht, welche das Niederschlagswasser rasch durchläßt und das längere Stehen desselben auf dem Brückengewölbe verhindert. Die bis jetzt gewonnene Erfahrung hat gezeigt, daß bei Eintritt eines Regens sofort der Ausfluß des Wassers aus den Ableitungsröhren erfolgt und einige Stunden nach dem Aufhören des Regens ebenfalls aufhört.

5. Die Fluthbrücken der Wittenberger Elbbrücken mit flachen Bögen von 60 Fufs Spannweite. — Die Gewölbe sind nach den Pfeilern zu abgewässert und ebenso wie die über diesen ausgeführten Entlastungsbögen mit Asphalt abgedeckt. Aus den Einsattelungen, je 2 über jedem Pfeiler, fließt das Sickerwasser in zu beiden Seiten durch die Stirn geführten gufeisernen Röhren ab. Auf der Brücke liegt nur ein Geleise und zwar auf Langschwellen in der Mitte. Zu beiden Seiten desselben befinden sich gepflasterte Fahrwege für die Landpassage. Das Pflaster tritt dicht an die Langschwellen heran, so daß nur der Streifen zwischen denselben ungepflastert ist. Die Hauptmasse des Tagewassers fließt durch zwei im Scheitel des Gewölbes angeordnete, bis zur Oberfläche des Pflasters hinaufreichende gufeisernen Röhren ab. Die Leibungen der Gewölbe sind fast überall trocken

und nur hier und da zeigt sich etwas Feuchtigkeit, welche jedoch noch keine schädlichen Einwirkungen geäußert hat.

6. Die Bauwerke auf den neueren Linien der Berlin-Anhaltischen Bahn sind durch ein flaches Mauersteinpflaster abgeglichen; auf dieses ist eine Mörtel- resp. Cementschicht oder eine Asphaltabdeckung und über diese eine 4 bis 6 Zoll starke Lage Lehmschlag aufgebracht. In dem zwischen zwei Wölbungen sich bildenden Winkel sind gemauerte Rinnen angelegt, welche mit durchbrochenen Wölbungen abgedeckt sind und von der Mitte nach den Seiten zu Gefälle erhalten haben. Das darin sich sammelnde Wasser fließt durch Thonröhren oder in Canälen durch die Stirnen ab. Die Wölbungen dieser Brücken haben sich, wenngleich nicht ganz frei von Nässe, doch im Ganzen gut gehalten, und sind Reparaturen bis jetzt noch nicht notwendig gewesen.

7. Die Ueberbrückung der Straße von Ruhrort nach Mühlheim a. d. Ruhr bei Oberhausen mit 4 Oeffnungen von 25, 17 und 2 à 10 Fufs. Die Hintermauerung der Gewölbe ist nach der Skizze Figur 18 angeordnet. In der zwischen den größeren Oeffnungen gebildeten Einsattelung ist eine Rinne angeordnet, welche mit einem durchbrochenen kleinen Gewölbe überdeckt ist und von der Mitte aus nach beiden Seiten Gefälle erhalten hat. Das gesammelte Niederschlagswasser wird in Röhren durch die Stirn abgeführt. Es zeigten sich da, wo das Stirnmauerwerk auf das Gewölbe aufsetzt, auf der inneren Seite, quer durch das letztere, bei lange anhaltender nasser Witterung feuchte Streifen und tropfenweises Durchsickern. Nachdem jene Stellen bloßgelegt, neu hintermauert und mit Portland-Cement abgedeckt worden, hat sich die Nässe verloren.

8. Der Geul-Viaduct zwischen Ronheide und Herbsthal bei Aachen hat in zwei Bogenstellungen über einander je 17 Oeffnungen von 30 Fufs lichter Weite. Die obere Bogenstellung hat über den Pfeilern eine seitliche Entwässerung erhalten. Sämtliche Gewölbe sind ganz trocken.

C. Entwässerung nach den Pfeilern mit Abführung nach der inneren Leibung.

1. Die Nogatbrücke bei Marienburg hat aufer den beiden Stromöffnungen, welche mit Gitterträgern überspannt sind, auf dem rechten Ufer eine gewölbte Fluthöffnung von 52 Fufs Spannweite. Hinter letzterer befinden sich noch drei überwölbte Räume, von denen der erstere zur Durchfahrt dient, während die beiden anderen Casematten sind. Die Gewölbe und Pfeiler waren hier in derselben Weise mit Asphalt abgedeckt, wie bei der Weichselbrücke, nur war bei den Gewölben die Abführung des Wassers anders angeordnet, als bei jener Brücke.

Nach der Skizze Fig. 19a war der Asphalt im Längendurchschnitt nach der Linie *ABCDE* gelegt worden und wurde das Wasser an den Punkten *A*, *C* und *E* abgeführt. Während bei *E* sich das Wasser hinter dem Pfeiler in den Sand des Planums verzog, hatte man in *A* und *C* nach der Breite der Brücke 2 Fufs weite überwölbte Canäle angelegt, welche durch eine Einsteigeöffnung zugänglich waren.

In diesen Canälen, deren Seitenmauern unmittelbar über dem Asphalt in je 5 Zoll Entfernung Schlitz zum Durchfluß des Wassers hatten, sammelte sich das Wasser und wurde durch je zwei eiserne Röhren abgeführt. Auf dem linken Ufer, wo nur eine Fluthöffnung war, bestand auch nur ein Canal. — Die zu Tage liegende Abdeckung der Pfeiler zeigte sich ebenso undicht, wie bei der Weichselbrücke, wurde gleichfalls in derselben Weise nochmals hergestellt, bewährte sich aber auch nach dieser in sorgfältigster Weise bewirkten Aus-

führung nicht. Bei der Gewölbeabdeckung zeigte sich ausschließlich in den Pfeilern und Gewölbeleibungen unterhalb der Canäle *A* und *C* Feuchtigkeit und zwar an verschiedenen Stellen und in bedeutendem Umfange, zuvörderst namentlich um die Abflusssäule herum, später aber auch an anderen Stellen der Gewölbekämpfer, während die Gewölbe am rechten Ufer unterhalb *DE* und *DC* trocken geblieben waren.

Es ging hieraus hervor, daß die Asphaltabdeckung, wo sie mit Boden möglich frostfrei überdeckt und ununterbrochen bis an das Ende der Widerlager in gutem Gefälle angeordnet war und in den Gewölben keine nachtheiligen Bewegungen eingetreten waren, das Wasser vollständig abgeführt hatte.

In den Canälen dagegen hatten einestheils die Mauern den Asphalt zerdrückt und Fugen darin zu Wege gebracht, durch welche das Wasser in das Mauerwerk hatte eindringen können, anderntheils hatten die eisernen Abfallröhren in Folge ihrer Längenveränderung durch die verschiedene Temperatur keinen dichten Anschluß in der Canalsole behalten, auch hatte der Asphalt im Canal in Folge der Kälte, die hier nicht abgehalten werden konnte, gelitten. Bei starker Kälte und wenn einige Zeit zuvor viel Feuchtigkeit in das Erdreich eingedrungen war, hatten sich die Abfallröhren oft in einer Nacht vollständig mit Eis versetzt und der Canal mit Wasser gefüllt, das zeitweise auch gefroren war. Trotz der sorgfältigsten Unterhaltung war ein stetes Offenhalten der Röhren nicht zu erreichen.

Um das Bauwerk nun gegen die eindringende Feuchtigkeit zu schützen, erschien vor allen Dingen nöthig, die Canäle zu beseitigen, die Abfallröhren aus dem Gewölbe zu entfernen und das Wasser frei über das Gewölbe hinweg zu leiten. Da sich die Abdeckungen am rechten Endpfeiler in *DE* dicht gezeigt hatten, so wurden dieselben unverändert belassen, dagegen wurden die Gewölberücken von *A* bis *D* nach der oberen Pfeilerfläche zwischen den rechtsseitigen Endauflagern der Gitterträger abgewässert.

Zu diesem Ende mußten die Futtermauern von *G* ausgebrochen und, wie Fig. 19*b* zeigt, durch eiserne Träger ersetzt werden, welche den Erddruck abhalten, die Schienenauszüge tragen und dem Wasser unter sich freien Abzug gewähren. Es wurden zu diesem Behufe zwei 3 Fuß von einander stehende, unter sich verbundene Gitterträger construirt und der dem Lande zugekehrte außen mit gusseisernen Platten bekleidet. Die Pfeiler zwischen den Gitterauflagern wurden in derselben Weise wie bei der Weichselbrücke mit übereinandergelagerten großen Granitplatten abgedeckt. Die obere Plattenreihe der Endpfeiler greift noch etwa $1\frac{1}{2}$ Fuß bis hinter den eisernen Träger, hat hier einen 5 Zoll vortretenden Kopf, über den hinweg sich die Asphaltabdeckung zieht (Fig. 20). Die 3 Zoll weite Oeffnung zwischen der oberen Plattenreihe und der unteren Gurtung der Eisenträger ist mit dicht hintereinanderliegenden 2 Fuß im Lichten weiten Drainröhren geschlossen, welche mit geschlagenen $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß großen reingewaschenen Steinen überschüttet sind, während die ganze übrige Ueberfüllung der Gewölbe wie bei der Weichselbrücke mit reingewaschenem groben Kiese hergestellt ist. Eine Abdeckung dieser Flächen mit Granitplatten, wie über den Gewölben der Weichselbrücke, hätte sich des mangelnden Gefälles wegen nur theilweise zur Ausführung bringen lassen, außerdem waren die Kosten hierfür ziemlich beträchtlich und da die landabwärts geneigten Abdeckungen mit Asphalt sich bewährt hatten, so wurde die Abdeckung der Entwässerungsflächen, welche nunmehr die früheren Mängel nicht mehr hatten, mit Asphalt beibehalten. Der größeren Sicherheit wegen wurde jedoch ein anderweites Asphaltprä-

parat mit zur Anwendung gebracht. Es ist dies die in der Fabrik von Büsscher & Hoffmann in Neustadt-Eberswalde gefertigte Asphalt-Pappe. Dieselbe hat, wenn sie nicht der Kälte ausgesetzt ist, eine gewisse Elasticität, vermittelt deren sie kleine Bewegungen in Folge von Erschütterungen etc. zu machen im Stande ist, ohne daß sie Risse bekommt. Die ganze Entwässerungsfläche wird mit diesen Pappen, die Stöße 2 Zoll übereinander, belegt und diese mit Asphalt verklebt. Da die Pappe jedoch in Rollen zur Versendung gelangt, in denen sie stark gekrümmt wird, so erhält sie bei niedriger Temperatur leicht Brüche, welche nach ihrer Verlegung und Befestigung geschlossen werden müssen. Es geschieht dies durch Auftragen von heißem Asphalt, oder durch Bügeln mit einem heißen Eisen. Im vorliegenden Falle, wo die Eindeckung im Herbst geschah und die Temperatur nahe auf Null herabgesunken war, wurde es für nothwendig gehalten, über der ganzen Pappage noch eine vollständige Asphaltirung von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll Stärke herzustellen. Durch die heiß aufgetragene Asphaltlage wurde die Pappe erhitzt, der Asphalt darin kam zum Flus und schloß sich dadurch, zum Theil drang auch der aufgetragene Asphalt in die Risse ein und dichtete die Pappe auf diese Weise.

An dem lothrechten Mauerwerk ist die Pappe anschließend in die Höhe gezogen und auf 6 Zoll Länge in eine Fuge hineingesteckt und darin verkeilt, damit das von oben her an der Mauerfläche eindringende Wasser von der Mauerfläche abgehalten und verhindert werde, unter die Gewölbeabdeckung einzudringen. Die Fläche *ABD* wurde durch Mauerwerk von hartgebrannten Ziegelsteinen in Stettiner Portland-Cement hergestellt und darüber zur größeren Sicherheit für den Fall, daß Leckstellen in der Asphaltabdeckung eintreten sollten, ein $1\frac{1}{2}$ Zoll starker Cementputz ausgeführt.

Der Erfolg ist bisher ein günstiger; alle Stellen, welche früher Feuchtigkeit zeigten, sind trocken geworden und das eindringende Wasser läuft in kurzer Zeit vollständig ab.

2. Die Brücke über die Tschirne bei Halbau auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn (Fig. 21) mit 3 im Halbkreise geschlossenen Oeffnungen von 10 Fuß Weite ist, wie die übrigen kleineren massiven Brücken auf der genannten Bahnstrecke, vom Scheitel der Gewölbe nach der Pfeilermitte hin abwässernd, mit einer Ziegelflachschiecht, welche in Cement verlegt ist, abgedeckt. Darüber ist ein Cementputz und demnächst ein 6 Zoll starker Thonschlag aufgebracht. Ueber der Mitte der Pfeiler sind 2 Fuß im Quadrat weite Quer-Canäle in der Hintermauerung angelegt, welche mit einer Flachschiecht in Cement ausgekleidet und mit Cement geputzt sind. Sie sind mit rauhen Granitplatten abgedeckt, welche in ihren Fugen hinlänglich Oeffnung für das Durchsickern des Wassers lassen. Die Sohle der Canäle hat nach der Mitte ein geringes Gefälle, und ist dort ein 3 Zoll weites kupfernes Rohr eingesetzt, welches durch das Gewölbe hindurchführt und über dem höchsten Wasserstande ausmündet. Das Bauwerk hat bis jetzt zu größeren Reparaturen in den Gewölben noch keine Veranlassung gegeben.

3. Die Brücke über die schnelle Deichsel bei Haynau mit 4 Oeffnungen zu 36 Fuß lichter Weite mit flachen Bögen von $\frac{1}{4}$ Pfeilhöhe aus Werksteinen überspannt. Die Gewölbe sind mit einer Ziegelflachschiecht in Cement abgedeckt und außerdem noch mit einem Cementüberzug versehen. Zur Ableitung des von oben eindringenden Wassers ist über jedem der Mittelpfeiler ein 2 Fuß breiter, $2\frac{1}{4}$ Fuß hoher Canal von würfelförmigen Werkstücken mit nach abwärts gewölbter Sohle angebracht, welcher quer durch die Brücke geht. In den Seitenwänden des Canals sind in einer gewissen

Entfernung von einander schlitzartige Zwischenräume zum Durchsickern des Wassers gebildet, und so wie der Canal selbst mit 6 Zoll starken Deckplatten abgedeckt. Die Canäle haben nach der Mittellinie des Bauwerks ein geringes Gefälle und wird von ihnen das Wasser mittelst durch das Gewölbe hindurch reichender, über dem höchsten Wasserstande ausmündender kupfernen Röhren von 3 Zoll Weite unter die Brücke geleitet. Reparaturen sind auch hier noch nicht erforderlich geworden.

4. Der Viaduct bei Hennersdorf,

5. die kleineren Oeffnungen des Neisse-Viaductes bei Görlitz, erstere 32 Fufs, letztere 30 Fufs weit.

Die Abdeckung der Gewölbe und der Hintermauerung derselben ist bewirkt durch eine Plattschicht aus scharfgebrannten Ziegelsteinen in Löwenberger hydraulischem Kalk, über welche ein Ueberzug von künstlichem Asphalt hergestellt ist. Die Sammelcanäle sind in der Hintermauerung der Gewölbe $2\frac{1}{2}$ Fufs weit und $3\frac{1}{2}$ Fufs hoch und in ähnlicher Weise wie oben beschrieben angelegt. Die Sohle derselben ist mit Ziegelsteinen auf flacher Seite abgeplästert und die innere Fläche der Canäle mit Löwenberger hydraulischem Kalk geputzt. Aus dem tiefsten Punkte der Sohle, welche ihr Gefälle senkrecht auf die Längsaxe des Bauwerks hat, wird das Sickerwasser mittelst eingesetzter kupferner Röhren durch die Gewölbe abgeführt. Die Seitenwände der Canäle sind über der Abgleichungsschicht durch passend zugearbeitete lagerhafte Bruchsteine hinausgeführt und über diesen mit 6 Zoll starken Granitplatten abgedeckt. Zwischen den Bruchsteinen sind kleine Oeffnungen freigelassen, welche mit Steinstückchen ausgesetzt sind, wie gleichfalls zu beiden Seiten der Canäle eine Steinschüttung angeordnet ist.

Die Abdeckung des Görlitzer Viaductes ist genau ebenso hergestellt, mit dem einzigen Unterschiede, dafs statt des Ueberzuges von künstlichem Asphalt hier zur Abdeckung ein Uebergufs von Cement gewählt, die Sohle der Sammelcanäle dagegen mit einem Asphaltgufs versehen worden ist. Auch hier sind Reparaturen nicht erforderlich geworden.

6. Die Brücke über den Queis mit 5 Oeffnungen von 48 Fufs lichter Weite, welche mit halbkreisförmigen Ziegelgewölben überspannt sind. Auch hier sind Canäle angelegt, welche hinter der Aufmauerung der Gewölbe in der Mitte der Brückenpfeiler die Brücke der Quere nach durchziehen. Diese Canäle von 3 Fufs lichter Weite und $5\frac{1}{2}$ Fufs lichter Höhe sind mit $\frac{1}{2}$ Stein starken Kappen zugewölbt und haben nach der Längsaxe des Bauwerks zu ein ziemlich bedeutendes Gefälle. Die Sohle ist muldenförmig hergestellt, hat jedoch in der Mitte des Canales eine Neigung nach der Seite hin, wo die gusseiserne Röhre eingesetzt ist, welche durch die Gewölbe hindurch das Sickerwasser über dem höchsten Wasserstande in den Fluß abführt. Von dem Scheitel der Brückengewölbe nach diesen Canälen hin abwässernd sind 6 Wasserschläge mit Asphaltgufs hergestellt (Fig. 22). Diese geben dem Sickerwasser einen bestimmten Lauf und dienen zugleich zur Vermehrung des Gefälles. Von dem tiefsten Punkte derselben führen kleine Röhren durch das Gewölbe der oben erwähnten Canäle das Sickerwasser in letztere.

Auch dieses Bauwerk hat sich in den Gewölben bis jetzt gut gehalten. Es verdient jedoch bemerkt zu werden, dafs auf die Gewölbe überall noch eine ziemlich starke Kieslage aufgebracht werden konnte, wodurch die Erschütterungen beim Befahren sehr abgeschwächt werden.

7. Der Bober-Viaduct bei Bunzlau. Die Abdeckung entspricht im Wesentlichen den vorbeschriebenen. Außerdem sind auch hier in der Hintermauerung der Gewölbe quer durch

die Brückenpfeiler Wassercanäle angelegt, welche einen Querschnitt von 3 und 4 Fufs haben. In die nach abwärts mit Ziegelsteinpflaster gewölbte Sohle der Canäle ist in der Mitte derselben ein Sandsteinquader eingesetzt, welcher eine Höhlung hat, in der sich das Sickerwasser ansammelt. Dasselbe wird aus der Höhlung durch eingesetzte und durch die Gewölbe hindurchführende gusseiserne 3 Zoll weite Röhren abgeleitet. Die Gewölbe nebst deren Hintermauerung sind gut abgeglichen und haben eine Plattschicht von Ziegelsteinen in Cement erhalten, welche mit einem Asphaltgufs $\frac{3}{4}$ Zoll stark überzogen worden ist. Aus dem tiefsten Punkte der einzelnen durch den Ueberzug gebildeten Wasserschläge führen eingesetzte gusseiserne 4 Zoll weite Röhren das sich ansammelnde Sickerwasser durch das Mauerwerk senkrecht nach jenen Canälen.

Bei Herstellung dieser Abdeckung hat man zu dem Asphaltgufs künstlichen Asphalt aus einer Fabrik in Bunzlau verwendet, indem man annahm, derselbe werde genügen, da der Ueberzug den Einflüssen der Witterung nicht ausgesetzt sei.

Wenngleich bis jetzt die Gewölbe des Bober-Viaductes im Allgemeinen sich trocken gehalten haben, so hat es doch nach der unteren Ansicht der Gewölbe den Anschein, als ob nicht überall die Abdeckung sich in gutem Zustande befinde, was wohl dem zur Abdeckung verwendeten Bunzlauer Asphalt zur Last zu legen ist, auch hat schon in dem Umfange von ca. 1600 Quadratfufs eine Reparatur des Asphaltüberzuges stattfinden müssen.

8. Die Brücke über die Weistritz aus 2 Gruppen bestehend, von denen die kleinere 2 Oeffnungen von 31 Fufs und $32\frac{1}{2}$ Fufs Weite, die gröfsere 7 Oeffnungen von 40 bis 41 Fufs Weite hat, die sämtlich in flachen Bögen überwölbt sind.

Bei der Ausführung dieses Bauwerks waren die Gewölbe nach der Skizze Fig. 23 so abgedeckt und entwässert, dafs Canäle von 12 Zoll Querschnitt angelegt und mit Faschinen ausgefüllt wurden. Die Gewölbesättel und die inneren Flächen der Canäle hatten einen Ueberzug von Roman-Cement. Blechröhren von 2 Zoll Weite führten das Sickerwasser durch die Gewölbe in den Weistritzfluß.

Bereits im Jahre 1851 zeigte sich diese Abdeckung undicht. Da die Bahn damals nur ein Geleise hatte, so konnte durch Absteifung desselben die eine Hälfte der Brücke bis auf die Gewölbesättel vollkommen frei gelegt werden. Die Faschinen in den Canälen wurden derartig verfilzt gefunden, dafs sie kein Wasser durchliessen, dasselbe in den Vertiefungen stehen blieb und, da der Cementüberzug an vielen Stellen schadhafte war, sich den Weg durch die Gewölbe suchte. Es wurde der schadhafte Cementüberzug beseitigt, die bereits verwitterten Ziegel der Gewölbe-Abgleichung ausgestemmt, durch neue ersetzt, und nachdem das Mauerwerk vollkommen abgetrocknet war, demselben ein $\frac{3}{4}$ Zoll starker Ueberzug gegeben, bestehend aus einem Mörtel von 1 Theil englischem Portland-Cement und 3 Theilen gewaschenem Mauerand. Die Rinnen wurden mit demselben Cementmörtel 1 Zoll stark geputzt, mit kleinen runden Steinen ausgepackt, und zur Abführung des Wassers durch die Gewölbe Blechröhren, oben 3 Zoll unten 5 Zoll weit, eingelegt. Nachdem die Cementdecke gehörig trocken war, wurde sie noch mit einem Ueberzug von 1 Theil englischem Portland-Cement und 1 Theil feinem Sande versehen, wodurch alle feinen Risse vollkommen gedichtet wurden. Für die Bettung der Schwellen wurde bis zur Kieslage mit Lehm vermischte Erde verwendet und diese gehörig abgerammt.

Erst nach Verlauf von fast 13 Jahren hat sich neben den

Abflusnröhren eine geringe Durchsickerung eingestellt, und ist entweder die Stelle, wo das Blechrohr sich ansetzt, nicht mehr ganz dicht, oder dieses selbst undicht geworden. Der Cementüberzug hat sich vollkommen gut und wasserdicht erhalten.

Wie bereits sub A 3 hervorgehoben, muß auch bei den hier sub 3 bis 7 erwähnten Brücken bemerkt werden, daß die Bahn derselben ursprünglich zwischen den Schwellen resp. Steinwürfeln abgepflastert war; das Pflaster wurde später jedoch beseitigt und durch eine gewöhnliche Kiesbettung ersetzt, ohne daß durch diese Veränderung sichtliche Nachtheile für die Gewölbeabdeckungen herbeigeführt worden wären.

9. Die Saarbrücke zwischen Saarbrücken und Forbach, aus 8 Oeffnungen von 50 Fufs Spannweite bestehend, die mit flachen Bögen von $\frac{1}{5}$ Pfeil überwölbt sind, ist, wie die übrigen grösseren Brückenbauwerke der Saarbrücker Bahn, nach der Mitte der Pfeiler und von hier nach den Bogenanfängen hin entwässert. Von der durch eine Asphaltlage geschützten Abdeckung der Gewölbe fließt das Wasser in einen überwölbt und in der Sohle asphaltirten Canal, der über der Mitte der Pfeiler angeordnet ist. Von dem tiefsten Punkte in der Mitte desselben führt ein gusseisernes Rohr das Wasser ins Freie. Diese Construction hat sich darin mangelhaft erwiesen, daß sich die wenig geschützte Asphaltdecke in den Entwässerungs-Canälen löste und die Feuchtigkeit in Folge dessen die Pfeiler vollständig durchdrang. Eine Dichtung und Abdeckung der Sohle und Seitenwände des Canals mit Cement schaffte nicht genügende Abhülfe. Eine wesentliche Verbesserung wurde nur dadurch erreicht, daß man das Wasser beim Eintritt in den Entwässerungs-Canal an der Kante der Gewölbeabdeckung durch kleine Rinnen von Blech (Skizze Fig. 24) entsprechend faßte und durch Blechröhren direct in die gusseisernen Abfallröhren führte. Die Nässe, welche sich jetzt noch in den oberen Theilen der Pfeiler erhält, kann nur durch Risse in der Asphalt-Abdeckung des Gewölbes verursacht werden. Es ist aus diesem Grunde eine Erneuerung der Asphaltdecke in Aussicht genommen, die Ausführung wird jedoch bei dem auf der Brücke stattfindenden starken Verkehre mit großen Schwierigkeiten verbunden sein.

Vorzüglich weil bei einer geringen Schadhaftheit der Asphaltirung stets der Feuchtigkeit eine große und nachtheilige Ausdehnung im Mauerwerk gestattet wird, wird die bei der Saarbrücke ausgeführte Construction von der Bahnverwaltung nicht für zweckmäßig erachtet.

10. Die Brücke über die Drage mit 3 Oeffnungen von $36\frac{1}{2}$ Fufs lichter Weite;

11. die Brücke über die Netze mit 6 Oeffnungen;

12. die Brücke über die Warthe bei Wronke mit 4 Oeffnungen à 72 Fufs Weite und 4 Oeffnungen von 32 Fufs Weite.

Die Abdeckung der vorbenannten, in der Stargard-Posener Eisenbahn gelegenen Brücken ist beim Bau in gleicher Weise derart ausgeführt, daß die von dem Gewölbescheitel nach den Pfeilern hin fallende Uebermauerung mit einer Ziegelflachschiecht abgepflastert, auf diese ein $\frac{1}{2}$ Zoll starker Ueberzug aus sogenanntem Lowicz-Cement, einer Mischung aus Theer, Kolophonium, Schlemmkreide und grobem, reinem Kiessand, gelegt und außerdem noch eine Letteschicht aufgebracht ist, auf welcher die aus Sand bestehende Auffüllung liegt. Das auf dieser Abdeckung herabgeführte Wasser läuft in einen über den Pfeilern liegenden Canal durch die in der Kappe desselben angebrachten Schlitz, von wo aus dasselbe mittelst eines über dem Kämpfer der Pfeiler ausmündenden, in der Mitte angebrachten gusseisernen Rohrs abgeführt wird. Das Tagewasser auf der Brückenbahn wird in Rinnsteinen gesammelt, welche dasselbe nach den Scheiteln der Bögen hin

und dort durch eiserne Röhren senkrecht durch die Gewölbe hindurch abführen.

Diese Sicherung der Brücken gegen das Eindringen der Nässe in das Mauerwerk zeigte sich als nicht genügend, da bei sämmtlichen Brücken Durchsickerungen von geringerem oder größerem Umfange wahrgenommen wurden. Eine Untersuchung nach Beseitigung der Ueberschüttung zeigte, daß der Lowicz-Cement, nachdem er, ohne seinen Zweck gehörig zu erfüllen, 14 bis 15 Jahre gelegen hatte, eine leicht vom Stein abblätternde Decke bildete, unter welcher das Ziegelpflaster feucht war. Die Canäle auf den Pfeilern, welche an den Stirnen mit großen Oeffnungen ausmündeten, so wie die über den Kämpfern ausmündenden Röhren füllten sich im Winter mit Eis, was die schnelle Ableitung des Wassers verhinderte. Zur Beseitigung des letzteren Uebelstandes wurde bei sämmtlichen Brücken die Oeffnung der Canäle im Oberhaupt der Pfeiler vermauert, das Abflusrohr geschlossen und das Gefälle in der Sohle der Canäle derart regulirt, daß das Wasser nur nach der einen, durch eine Thür verschlossenen Oeffnung im Unterhaupt abgeleitet wird.

An der Netzebrücke, bei welcher, abweichend von den übrigen Brücken, auf den Lowicz-Cement nochmals eine Ziegelflachschiecht in Kalk- oder Cement-Mörtel gelegt war, ist außerdem die Flachschiecht nebst dem Lowicz-Cement aufgenommen und dafür ein hochkantiges Pflaster mit einem $\frac{3}{4}$ Zoll starken Ueberzug aus Portland-Cement hergestellt worden. Statt der Letteschicht und der Sandauffüllung wurde sodann Behufs schneller Abführung des Wassers nach den Canälen eine 12 Zoll hohe Lage von Feldsteinen, darauf rein gesiebter grober Kies und auf diesen das gewöhnliche Unterbettungsmaterial aufgebracht. Diese Anordnung scheint von gutem Erfolge zu sein und namentlich die erleichterte Abführung des Wassers durch das Auffüllungsmaterial günstig zu wirken.

13. Bei den Brücken-Bauwerken der Aachen-Düsseldorf-Ruhrorter Bahn ist durchgängig das Princip befolgt, das Wasser von dem Scheitel der Gewölbe nach den Pfeilern hinzuleiten. Gewölbe-Canäle über diesen nehmen vermöge kleiner, darin angebrachter Oeffnungen das Sickerwasser auf, welches durch eiserne Röhren abgeführt wird.

Diese Canäle sind auf der geneigten Bodenfläche durch eine Asphaltdecke geschützt und durch die runden, in den Brückenstirnen angebrachten Oeffnungen zugänglich gemacht, um sie reinigen zu können und dem Luftzuge freien Zutritt zu gestatten.

Die Abdeckung der Gewölbe ist auf zweierlei Weise erfolgt und zwar entweder

a) durch Abpflasterung der Gewölberücken mittelst einer in Trafmörtel gemauerten Flachschiecht von Ziegelsteinen, über welche ein Trafgufs und sodann eine 6 Zoll starke Lehmschicht gebracht ist, oder

b) ebenfalls durch Abpflasterung von Ziegeln und Trafgufs, jedoch statt der Lehmdecke durch eine circa 6 Linien starke Asphaltdecke.

Die letztere Construction hat bisher keine Veranlassung zu Reparaturen gegeben, dagegen hat sich die erstere Methode als unzureichend erwiesen, indem die Lehmschicht nicht geeignet ist, das eindringende Tagewasser abzuleiten, vielmehr dasselbe aufsaugt und eine andauernde Nässe auf den Abpflasterungen des Gewölbes erhält.

Einige Bauwerke zeigten deshalb in den Gewölben ein so erhebliches Eindringen von Nässe, daß mehrfach eine Erneuerung der Abdeckungen, wozu Asphaltplatten verwendet wurden, erforderlich war.

14. Die Petersdorfer Brücke und die

15. Tschirnebrücke in der Niederschlesischen Zweigbahn wurden beide, nachdem der ursprüngliche hölzerne Oberbau baufällig geworden war, mit flachen Bögen eingewölbt, und zwar erfolgte die Einwölbung bis dicht unter dem hölzernen Oberbau; ebenso mußte die Hintermauerung, Abpflasterung und Asphaltirung unter und zwischen der Holzconstruction, also unter erschwerenden Umständen ausgeführt werden. Für die Anfertigung des 6 Zoll hohen Thonschlages über der Asphalttschicht war neben den übrigen Arbeiten zur Herstellung des Oberbaues nur die Zeit zwischen zwei Zügen disponibel. Die nach der Skizze Fig. 25 angeordnete Entwässerung mittelst eingemauerter und von der Asphalttschicht umschlossener gusseiserner Trichter ist unter diesen Verhältnissen nur theilweise gelungen. In der Nähe der Trichter dringt die Feuchtigkeit durch das Gewölbemauerwerk, hat den Kalk des Mörtels aufgelöst und denselben als Kalksinter an der Gewölbe-fläche abgesetzt.

16. Die Wegeüberführung bei Möser auf der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn mit 3 Oeffnungen à 24 Fufs lichter Weite und flachen Bögen.

Beim Neubau wurden die Gewölbe mit einem Gefälle vom Scheitel der Gewölbe nach den Brückenpfeilern zu hintermauert und mit einem Ziegelpflaster in Kalkmörtel, welches mit Cement ausgefugt wurde, abgedeckt. Ueber den Pfeilmitteln sind kleine Rinnen in Cementmörtel angelegt, aus welchen das Wasser mittelst eiserner Röhren durch die Gewölbe abfließen kann. Ueber dem Pflaster wurde eine 1 Fufs hohe Lage fetter Ziegelerde fest eingestampft, nachdem vorher die Mündung an den eisernen Röhren mit großen Steinen umpackt worden war. Da sich in der Folge diese Maassregeln als nicht ausreichend herausstellten, so wurde später der Fahrdamm auf der Brücke mit viereckig behauenen Steinen nach Lütticher Art mit möglichst dichten Fugen gepflastert und zu beiden Seiten mit Rinnsteinen aus hochkantigem Klinkerpflaster in Kalkmörtel versehen. Der Fahrdamm hat nach beiden Seiten Quergefälle und wie auch die Rinnsteine ein gleichförmiges Längengefälle von 1:57 über die ganze Brücke erhalten. Auch diese Anordnung hat jedoch die Feuchtigkeit von den Gewölben nicht ausreichend abzuhalten vermocht.

17. Die Wupper- und Wupperfluth-Brücke bei Räuschenberg, erstere mit 4 Oeffnungen à 30 Fufs, letztere mit 3 Oeffnungen à 23½ Fufs.

Die flachen Gewölbsättel haben eine Abdeckung von zwei flachen Ziegelsteinschichten erhalten, welche in etwas flüssiger Traßspeise verlegt wurden; darüber ward nach und nach eine 1½ bis 1¾ Zoll starke Traßmörtelschicht aufgebracht und so lange genäst und gebügelt, bis dieselbe spiegelglatt war und keine Risse mehr zeigte.

Ueber den Mittelpfeilern ward eine 12 Zoll weite Röhre von guten Klinkern in Traßmörtel mit Seitenlöchern zur Aufnahme und zur Abführung des Wassers nach der Mitte zu mit Gefälle gemauert und glatt ausgebügelt. Das Wasser fließt in eisernen Röhren ab. Die Ausfüllung zwischen den Gewölbsätteln und der Unterkante der Schwellen geschah mit reinem Kiese (Fig. 26).

Diese Brückengewölbe haben vortrefflich dicht gehalten, indessen zeigte sich vor zwei Jahren während anhaltend starken Regenwetters etwa 10 Fufs vom Landpfeiler und parallel mit demselben eine Ausschwizung. Eine Aufdeckung dieser Stelle ergab einen unbedeutenden Rifs in der Traßabdeckung, wogegen das Gewölbe und die Hintermauerung selbst unverletzt war. Die mit Traßspeise bewirkte Reparatur hat jedoch keinen vollständigen Erfolg gehabt.

18. Die Fluthbrücke bei Paschmann mit 4 Oeffnungen à 40 Fufs;

19. die Fluthbrücke an der Ruhr mit 5 Oeffnungen à 40 Fufs (Fig. 27) sind ähnlich wie die vorigen construiert und haben sich untadelhaft erhalten.

20. Die Lippebrücke mit 7 Oeffnungen à 30 Fufs und die Lippefluth-Brücke mit 3 Oeffnungen à 30 Fufs bei Hamm.

Die Abdeckung der Gewölbesättel geschah mittelst einer ½ zölligen Asphalttschicht (Torf-Asphalt von Landgräber in Münster). Die Entwässerungscanäle über den Brückenpfeilern von Ziegelstein-Mauerwerk haben eine Neigung nach der Gewölbemitte hin, von wo durch eiserne Röhren das Wasser ins Freie abgeführt wird. Ueber der Abdeckung liegt Steinschlag und darüber die Kiesbettung.

Die Asphalttschicht zeigte sich schon nach dem ersten Jahre des Betriebes durchlässig und es entstanden kleine feuchte Stellen im Gewölbe, die sich mit der Zeit vergrößerten.

Die bisherigen, bei dem starken Betriebe zweier Verwaltungen sehr schwierigen Reparaturen haben keinen besondern Erfolg gehabt.

21. Der Viaduct bei Schildesche mit 28 halbkreisförmig überwölbten Oeffnungen à 32½ Fufs.

Die Entwässerung ist ähnlich wie bei den vorigen Brücken hergestellt. Die Abdeckung der Gewölbe besteht aus einer ½ Zoll starken Asphalttschicht, auf welcher Steinschlag als Bettung der Geleise aufgebracht ist.

22. Die Werrebrücke bei Bermbeck mit 3 Oeffnungen à 35 Fufs. Entwässerung wie in den Skizzen Fig. 28 u. 29. Abdeckung mit 1 Zoll starker Cementschicht.

23. Die Weserfluthbrücke mit 9 Oeffnungen à 36 Fufs und die Weserstrombrücke mit 5 Oeffnungen à 60 Fufs und 2 dergleichen à 24½ Fufs haben eine der vorerwähnten ähnliche Entwässerungsanlage erhalten. Die Abdeckung besteht bei der Fluthbrücke aus einer doppelten Ziegelflachschiecht, die in Cement verlegt und damit übergossen ist, bei der Strombrücke, wie bei der Werrebrücke, aus einer starken Cementschicht.

Die ad 21 bis 23 namhaft gemachten Brücken sind überall in den Gewölben und deren Abdeckungen unversehrt erhalten und leiden nicht an Feuchtigkeit.

An den Gewölbeleitungen des Viaducts bei Schildesche und der Weserfluthbrücke haben sich mit der Zeit blätterige Kalksinter-Ausschwizungen gezeigt. An einigen Brücken sind die Seitenwände und Sohlen der Entwässerungscanäle reparaturbedürftig geworden. Es sollen zur Beseitigung der Mängel nur unwesentliche Arbeiten, wie sie auch in früheren Jahren bereits ausgeführt wurden, erforderlich sein.

Wir lassen diesen speciellen Angaben über die einzelnen Bauwerke eine Mittheilung der Ansichten folgen, welche von einigen Bahnverwaltungen über diesen Gegenstand ausgesprochen sind.

Bei der Westfälischen Eisenbahn, wo die Gewölbe der größeren Brücken mit einer Asphaltdecke auf einer in Cement verlegten Ziegelflachschiecht versehen und darauf ein 5 Zoll starker Thonschlag gebracht ist und diese Abdeckung sich nicht überall als genügendes Schutzmittel gegen das Durchsickern der Nässe bis auf die Gewölbe erwiesen hat, wird die Mangelhaftigkeit mehr der Ausführung als dem angewandten Mittel zugeschrieben, und namentlich darin gesucht, daß bei der Eile, mit welcher die letzten Arbeiten der Bauwerke in der Regel ausgeführt werden, der Mörtel in der Gewölbeausgleichung keine Zeit behalte, zu erhärten. Es wird deshalb eine doppelte Flachschiecht mit sich überdeckenden Fugen für nothwendig erachtet.

Ferner wird darauf hingewiesen, daß durch die Erschüt-

terungen, welchen die Bauwerke besonders während der ersten Zeit des Befahrens ausgesetzt sind, Risse in dem Asphaltüberzug erzeugt werden. Man giebt aus diesem Grunde dem elastischeren Asphaltfilz den Vorzug.

Bei der Thonlage sei die Dichtigkeit des Materials allein von Einfluss, die größten Nachteile aber entstünden dadurch, dass häufig das Bettungsmaterial, Steinschlag oder grober Kies, unmittelbar auf die Abdeckung aufgebracht werde. In Folge der Arbeiten an den Geleisen drücken sich kleine scharfe Steinchen in die Abdeckung ein und erzeugen Oeffnungen. Dies könne durch Aufbringung einer Zwischenlage aus Sand verhindert werden.

Auf den älteren und neueren Linien der Bergisch-Märkischen Bahn haben die Brücken-Bauwerke im Allgemeinen und besonders deren Entwässerungen sich gut gehalten. Gleichwohl haben sich im Detail der betreffenden Einrichtungen hin und wieder Unvollkommenheiten gezeigt, welche künftig zu vermeiden für rätlich erachtet wird.

Die nach den dortigen Erfahrungen hierzu geeigneten Mittel und Wege sind etwa folgende: Gewölbe aus guten Bruchsteinen sind solchen aus Ziegelsteinen vorzuziehen, nicht bloß wegen der größeren Dauerhaftigkeit des Materials an sich, sondern auch weil bei den größeren Dimensionen der Bruchsteine sich eine geringere Anzahl von Fugen ergibt. Zu den Gewölben sowohl, als auch zu den übrigen Theilen des Mauerwerks, in welche das etwa durchsickernde Wasser eindringen könnte, ist ein hydraulischer Mörtel — Wasserkalk- oder verlängerter Trafs-Mörtel — zu verwenden, dessen völlige Erhärtung dem späteren Vordringen der Nässe in die Fugen begegnet, ohne für das in der ersten Zeit stattfindende Setzen des Mauerwerkes zu früh sich einzustellen.

Wenn eine Abpflasterung der Brückenfahrbahn, zur directen Ableitung des Tagewassers, bei den eigentlichen Eisenbahnbrücken im Allgemeinen nicht wohl thunlich erscheint, so wird doch bei den längeren gewölbten Wegeüberführungen auf die Anwendung dieses besonders wirksamen Schutzmittels nicht zu verzichten sein. Es empfiehlt sich, die Fahrbahnen derselben von den Enden nach der Mitte zu um mindestens 2 Zoll pro Ruthe ansteigen zu lassen, unter allen Umständen aber ist den Seitenrinnen ein gehöriges Längengefälle zu geben.

Die Hauptmauern der größeren Brücken und Wegeüberführungen erhalten, soweit sie nicht durch die Gesimsteine und Brüstungsmauern bedeckt werden, einen mit seitlichem Gefälle versehenen Plattenbelag, welcher gleichzeitig als Trottoir benutzt werden kann.

Den Gewölben der mit mehreren Oeffnungen versehenen Brücken wird in ihrer Oberfläche durch entsprechende Uebermauerung eine trichterförmige Abwässerung mit möglichst starkem Gefälle nach den Abfallrohren hin gegeben.

Wo es irgend angeht, werden die Wasserabzüge in die Mitten der Gewölbescheitel gelegt, und nur bei allzubehringten Höhenverhältnissen finden dieselben ihren Platz in der Nähe der Kämpfer. Die Uebermauerung selbst, deren Masse geeignetenfalls durch Anordnung von hohlen, überwölbten Räumen zu vermindern ist, wird durch eine in hydraulischem Mörtel versetzte Flachsicht aus Ziegelsteinen abgeglichen.

Gewöhnlich kann mit der Herstellung des wasserdichten Ueberzugs nicht so lange gewartet werden, bis das Setzen des Mauerwerks, welches nach dem Ausrüsten der Gewölbe noch längere Zeit fortzudauern pflegt, vollständig beendet ist, weshalb auch eine elastische Asphaltschicht den spröden, aus Cement- oder Trafs-Mörtel bestehenden Decklagen vorzuziehen ist. Nichts desto weniger muß auch bei den Asphaltirungen

das Mauerwerk sich zuvor im Wesentlichen gesetzt haben und mindestens in der Oberfläche trocken geworden sein.

Ueber die Beschaffenheit des zur Verwendung kommenden Materials, welches nur aus natürlichem Asphalt bestehen darf und den besten Sorten desselben angehören muß, ist eine strenge Controle auszuüben. Die dort bekannt gewordenen künstlichen Fabrikate waren namentlich ihrer Sprödigkeit wegen sämmtlich durchaus zu verwerfen. Die Asphaltdecke selbst erhält eine Stärke von $\frac{3}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll und wird an den Seiten in die Hauptmauern eingelassen. Da an den senkrechten Flächen der Hauptmauern ein Asphaltüberzug nicht haften bleibt, so werden dieselben nur mit einem mehrmaligen fetten Anstrich von sogenanntem Mineraltheer versehen.

Das aus Gufseisen oder besser aus Kupferblech bestehende Abzugsrohr darf nicht zu enge gewählt werden, weil es anderenfalls leicht zufrieren würde. In die am oberen Ende des Rohres befindliche Muffe wird ein Trichter gesteckt, dessen Flansch auf der Oberfläche mit einem ringförmigen Vorsprunge (Fig. 30) versehen ist, um einen geeigneten Abschluss für die Asphaltirung zu gewinnen. Auf diesen Trichter endlich wird ein haubenförmiger, durchbrochener Aufsatz gestellt, welcher den Wasserabzug zu vermitteln hat und am besten mit Kieselsteinen oder Steinschotter umpackt wird.

Die Asphaltlage ist mit einer mehrere Zolle hohen Sandschicht zu bedecken, welche keine Thontheile enthalten darf, weil solche dem Asphalt das Bitumen entziehen.

In Betreff der Abflußrohre wird von der Saarbrücker Bahnverwaltung eine ähnliche Anordnung, wie die im Vorstehenden angedeutete, empfohlen, da auch die dortigen Erfahrungen gezeigt haben, dass durch die ungleichmäßige Ausdehnung des Eisens und des Steinmaterials bei wechselnder Temperatur ein Reißen der Asphaltirung, wenn solche an den Trichter angeschlossen wird, leicht herbeigeführt wird. Um diesem Uebelstande möglichst abzuwehren, erscheine es zweckmäßig, dem Boden des Trichters keine zu große Dimensionen zu geben und über denselben die Gewölbe-Abgleichung mit der Asphaltirung in einer solchen Höhe fortzuführen, dass die verschiedenartige Ausdehnung des Eisens keinen Einfluss mehr auf die Asphaltdecke ausübe. Auch wird empfohlen, dem Boden des Trichters einen aufgebogenen Rand zu geben und einen geringen Spielraum zwischen den Seitenflächen dieses Randes und dem Mauerwerk zu lassen. Der weitere mit Schlitz versehenen Theil des Trichters kann alsdann getrennt von dem eigentlichen Abfallrohre leicht in einer den Abfluß des Wassers nicht hindernden Weise so aufgestellt werden, dass ein Anschluss der Asphaltdecke an denselben nicht erforderlich ist.

Nach den Erfahrungen, zu welchen die vielen Brückenbauten der Rheinischen Bahn Gelegenheit gegeben haben, glaubt man für die gute und sichere Abdeckung der Bauwerke dortseits sich für die nachstehenden Bedingungen aussprechen zu müssen:

1) Die Entwässerung erfolgt nach den Pfeilern mit möglichst starkem Gefälle (Fig. 31 und 32.)

2) Ein hier anzulegender und seitlich oder von oben besteigbarer Canal mit starkem Quergefälle vermittelt die Ableitung des zusammenlaufenden Wassers durch die in den Stirnflächen angebrachten Oeffnungen (Ochsenaugen). Ein eingelegter Traufstein hält das Tropfwasser möglichst von der Mauerfläche ab.

3) Nachdem die Gewölbe hintermauert, wird, besonders wenn die Gewölbe flach sind, die doppelte Ziegel- oder Platten-Abpflasterung in Asphalt verlegt und darüber demnächst die Asphaltschicht von $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke aufgebracht. Eines Theils um das Durchdrücken der Asphaltschicht zu verhüten, anderen

Theils um durch Abschluß gegen die atmosphärische Luft die Zähigkeit länger zu bewahren, ist vor dem Aufbringen der Schwellenbettung eine stärkere Besandung erforderlich.

Will oder muß man aus irgend welchen Rücksichten die Scheitelentwässerung wählen, so würde auf eine gute Construction der Wasserlatten mit recht breitem und unter die Asphaltirung greifendem Teller zu halten, sowie bei der Verwendung von Cement zur Abdeckung darauf zu sehen sein, daß die Schicht nicht unter 1 Zoll stark gemacht und bis zur Erhärtung dauernd mit feucht zu haltenden Tüchern oder Maten bedeckt wird.

Faßt man den Inhalt der an den verschiedensten Brücken-Bauwerken gemachten Erfahrungen zusammen, so ergibt sich zunächst im Allgemeinen, daß von den bis dahin zur Anwendung gekommenen Entwässerungsmethoden weder die eine noch die andere einen unbedingten Vorzug zu verdienen scheint. Eine jede derselben erfüllt in einzelnen Fällen, wo die Umstände besonders günstige und die Ausführung eine sehr sorgfältige gewesen, den Zweck; in anderen Fällen, und dies sind die zahlreicheren, sind dagegen bei jeder Art mannigfache Uebelstände zu Tage getreten. Es möchte sonach zunächst der Schluß gerechtfertigt sein, daß bei dem Entwürfe des Rückens größerer Brücken-Bauwerke die Zahl der Sammelstellen, nach denen das bis auf die Abdeckung niedergedrungene Sickerwasser hingeführt wird, um demnächst ins Freie abgeleitet zu werden, wenn solche wegen der gegebenen Höhen- und sonstigen Verhältnisse nicht überhaupt ganz zu vermeiden sind, auf das irgend zu erreichende Minimum zu beschränken ist. Gerade an diesen schwachen Stellen sind die ersten und größten Mängel sichtbar geworden, während auf der übrigen Fläche des Rückens nur sehr vereinzelte Mifsstände hervorgetreten sind und hier stets als die unmittelbaren Folgen einer mangelhaften Ausführung oder ungenügenden Materials sich ergeben haben. In Betreff der Art und Weise, wie solche eben nicht zu umgehende Sammelpunkte anzuordnen, fällt besonders der Umstand ins Gewicht, daß es bisher noch nicht gelungen ist, eine allen Anforderungen genügende Abführungsvorrichtung herzustellen. Besonders fühlbar sind die Nachteile dort hervorgetreten, wo die Sammelpunkte in der Längsaxe des Bauwerkes angeordnet und zur Durchführung des Wassers durch das Mauerwerk Metallröhren gewählt wurden. Nicht allein die ungleichen Veränderungen, welche der Wechsel der Temperatur in dem Metall und in dem Mauerkörper herbeiführt und die das Entstehen von Fugen resp. Rissen in dem Anschlusse der Schutzdecke unvermeidlich machen, sind es, die hier in verderblicher Weise zur Geltung gelangen, sondern das rasche Einfrieren derartiger Rohre. Kann aber selbst durch eine mit besonderem Kostenaufwande verknüpfte specielle Beaufsichtigung in der Winterszeit das Einfrieren nicht verhindert werden, so mußten, wenn die ersterwähnten Fugen sich schon gebildet hatten, deren Nachteile um so fühlbarer werden und um so sicherer eine rasch fortschreitende Zerstörung des Bauwerkes herbeiführen, wenn nicht bei Zeiten zu in der Regel höchst kostspieligen Herstellungsarbeiten geschritten wurde. Als Hauptbedingung für die zweckmäßige Construction solcher metallener Abflußrohre muß daher von denselben die Einrichtung gefordert werden, daß die Bewegungen, welche die Verschiedenheit der Temperatur hervorbringt, ohne Nachtheil für den Zusammenhang der an das Abflußrohr anschließenden Schutzdecke vor sich gehen können. Lassen ferner die klimatischen Verhältnisse das Einfrieren der Rohre voraussehen, so erscheint es angezeigt,

die Entfernung des Eises aus dem Rohre möglichst zu erleichtern, wozu eine senkrechte Stellung und eine Erweiterung derselben nach unten als zweckentsprechend bezeichnet werden können. In dieser Beziehung scheint die bei den Brücken der Cöln-Giesener Eisenbahn angewendete Vorrichtung, welche sich dort gut bewährt hat und welche in ähnlicher Anordnung auch anderwärts angewandt und gelobt wird, empfehlenswerth.

Weniger mit den hier hervorgehobenen Uebelständen verbunden scheint die Anordnung der Entwässerung zu sein, wo die Sammelstelle von der Mitte der Brücke nach den Seiten hin Gefälle erhalten hat und das Wasser hier durch die Stirnen abgeführt ist. Das bloße Einsetzen von engen Röhren an diesen Stellen würde jedoch die oben erwähnten Nachteile gleichfalls im Gefolge haben; es dürfte vielmehr vorzuziehen sein, das Wasser durch größere Oeffnungen und über möglichst weit vorgekragte Traufsteine abzuführen, wieweil nicht verkannt werden kann, daß andererseits durch solche größere Oeffnungen das Eindringen des Frostes in das Innere der Entwässerungscanäle befördert wird.

Was die Herstellung der Schutzdecke selbst anbetrifft, so sind dazu hydraulische Mörtel, besonders Cementschichten oder Asphaltlagen und zwar sowohl aus natürlichem als auch aus künstlichem verwendet worden. Am besten wird die Abdeckung der Brücken erst dann erfolgen, wenn die Bewegungen im Bauwerke durch Setzen etc. aufgehört haben.

Man wird indess bei Eisenbahnbrücken einerseits wohl nur sehr selten den Zeitpunkt abwarten können, wo das Setzen bereits beendet ist, auch darf auf ein gänzlichliches Aufhören der Bewegungen kaum gerechnet werden, da die Einwirkungen der verschiedenen Temperaturen, wenn schon in geringerem Grade, auch bei massiven Brücken immer sich geltend machen; es muß daher von der Schutzdecke gefordert werden, daß sie derartigen Bewegungen folgen kann, ohne Risse zu erhalten. Der Cement giebt nach dem Erhärten eine starre Masse, welche leicht rissig wird. Derselbe ist daher weniger geeignet. Auch die künstlichen Asphaltarten sind meistens spröder Natur, während der natürliche mehr zähe ist. Daher ist dem letzteren neuerdings fast überall der Vorzug gegeben worden. In manchen Fällen hat man aus demselben Grunde Asphaltfilz mit Vortheil zu Abdeckungen angewendet, dem man noch einen Ueberzug von heißem Asphalt gab.

Theils um die Schutzdecke der Einwirkung des Frostes zu entziehen, theils um die Schwingungen resp. Stöße durch den Verkehr der Züge davon abzuhalten, hat sich eine größere Stärke der Bettung als vortheilhaft erwiesen. Es wird ferner mehrfach empfohlen, die unterste Lage der Bettung unmittelbar über der Schutzdecke aus einem gleichmäßig feinen Materiale — Sand — herzustellen, ganz besonders dann, wenn die Höhe bis zu den Schwellen nur eine geringe ist. Durch eine solche Zwischenlage wird die Verletzung der Decke durch das Eindringen einzelner spitziger Steine verhütet. Auch wird durch eine solche dichte Sandüberschüttung der Asphalt besser von den Einwirkungen der Atmosphäre abgeschlossen, was zu seiner Erhaltung als zweckdienlich sich erwiesen hat. Es ist jedoch große Vorsicht anzuwenden, daß der Sand nicht zu Verstopfungen in den Abzugsröhren oder Canälen Veranlassung gebe. Die bei der Berlin-Hamburger Eisenbahn gemachten Erfahrungen, wo man zur vorsichtigen Ueberdeckung mit lagerhaften Steinen übergegangen ist, sind jedenfalls beherzigenswerth. Eine rasche Abführung des Tagewassers, welche durch diese Art der Ueberdeckung in ihrer consequenten Durchführung erreicht wird, gehört zu den ersten Erfordernissen.

Fig. 2.

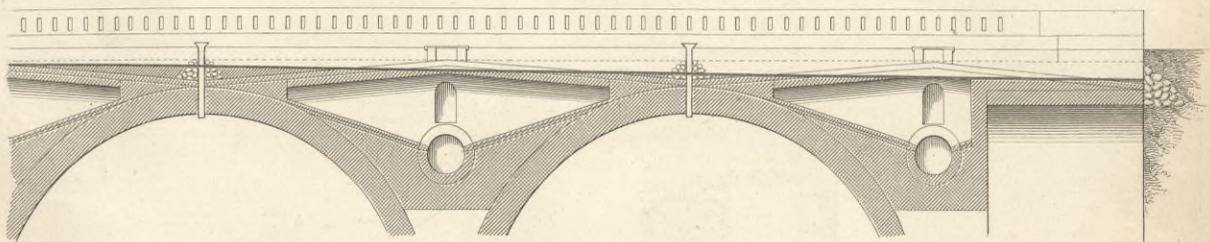


Fig. 1.

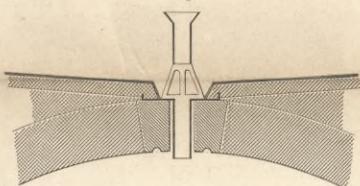


Fig. 3.

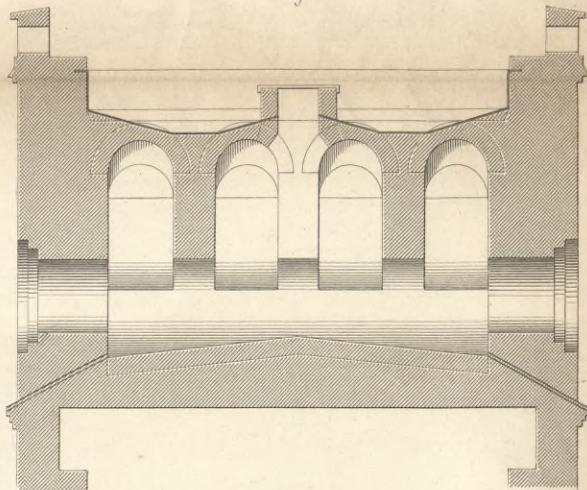


Fig. 4.

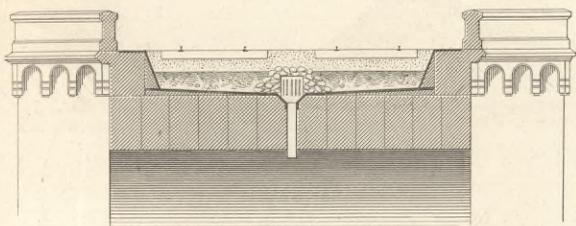


Fig. 5.

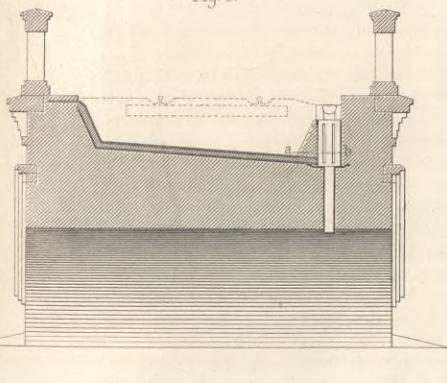


Fig. 6.

Obere Ansicht. Horizontal-schnitt a b.

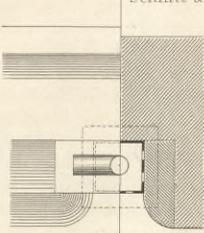


Fig. 7.

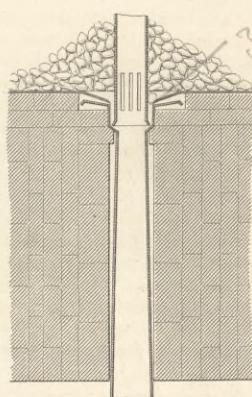


Fig. 8.

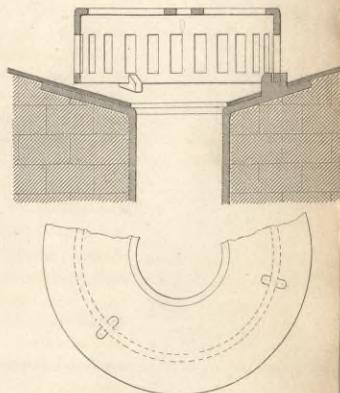


Fig. 10.

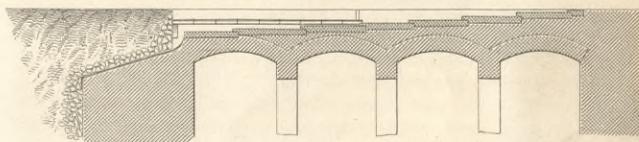


Fig. 9.

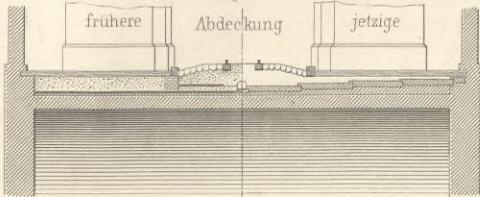


Fig. 11.

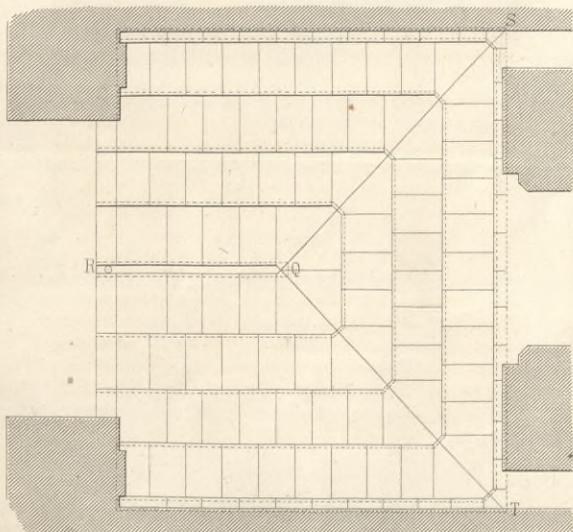


Fig. 13.

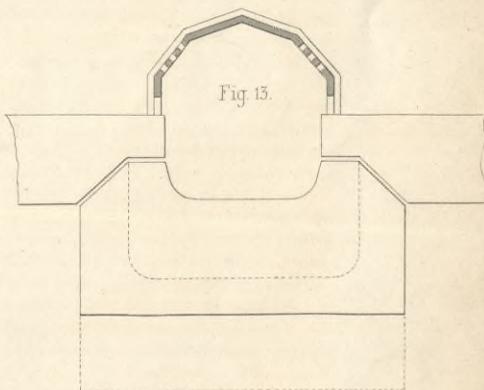


Fig. 12.

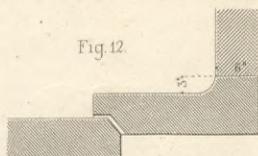
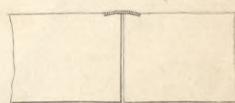
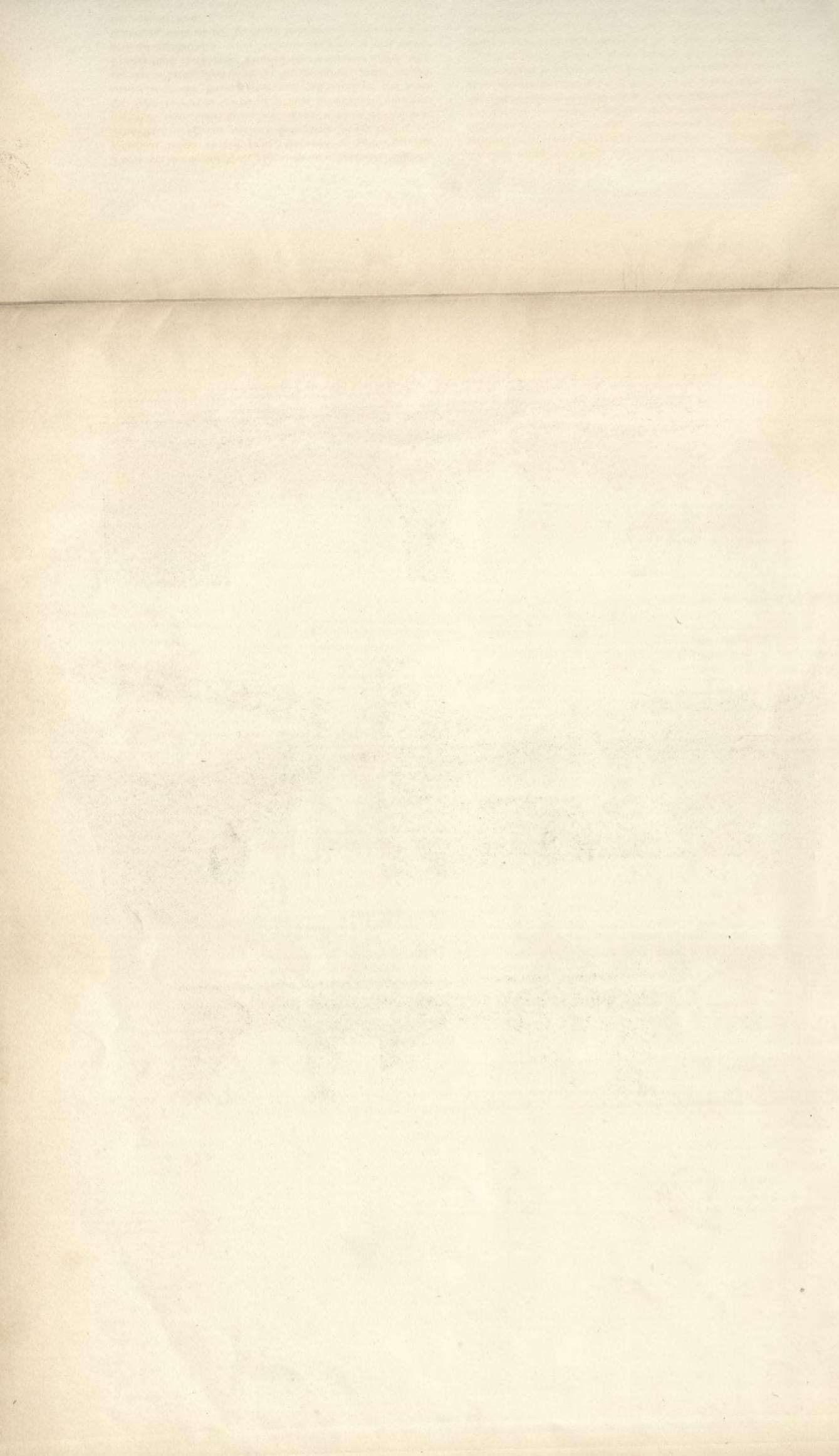


Fig. 14.





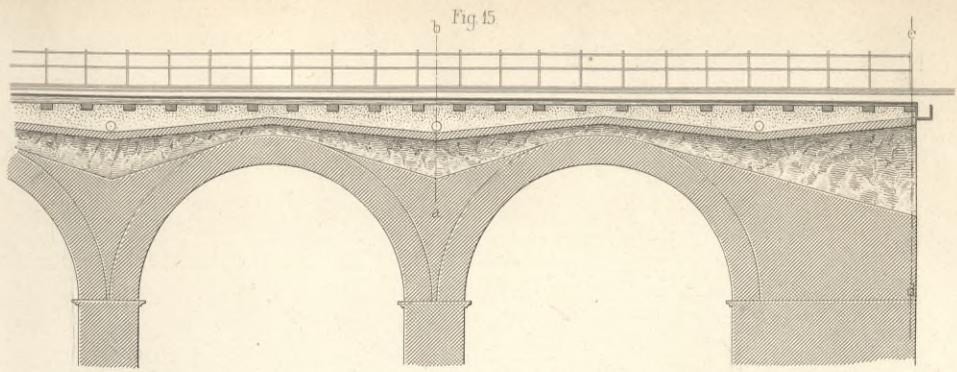


Fig. 15

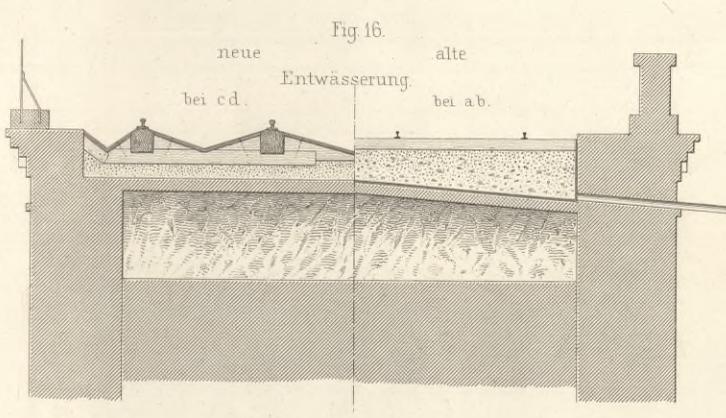


Fig. 16.

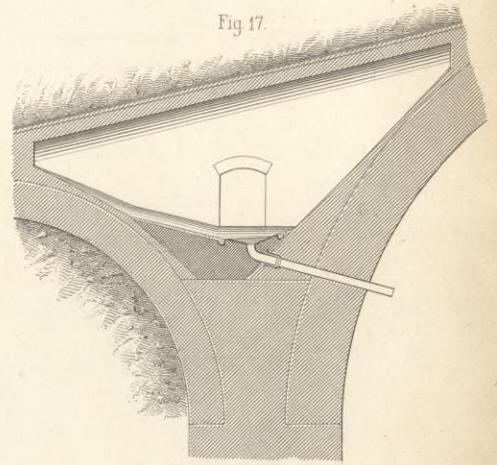


Fig. 17.

Fig. 18.

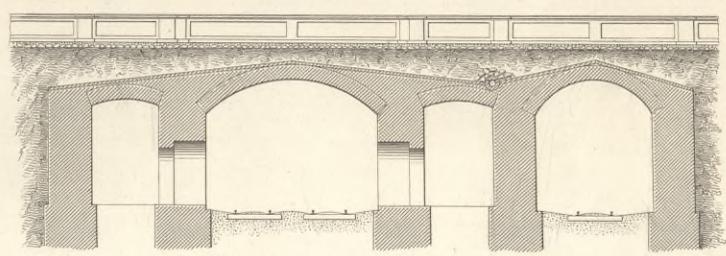


Fig. 19 a. (früher)

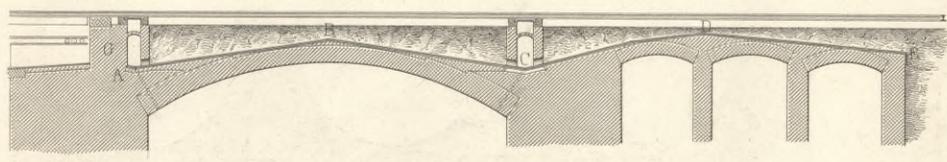


Fig. 19 b. (jetzt)

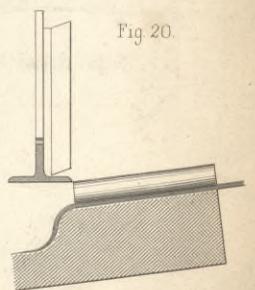
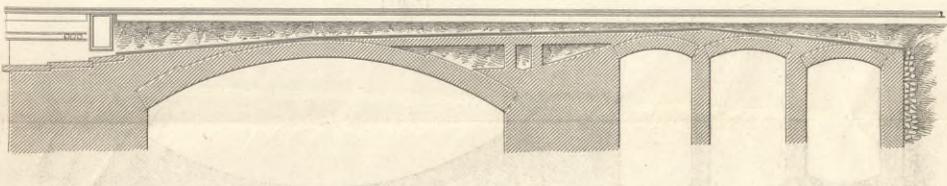


Fig. 20.

Fig. 21.

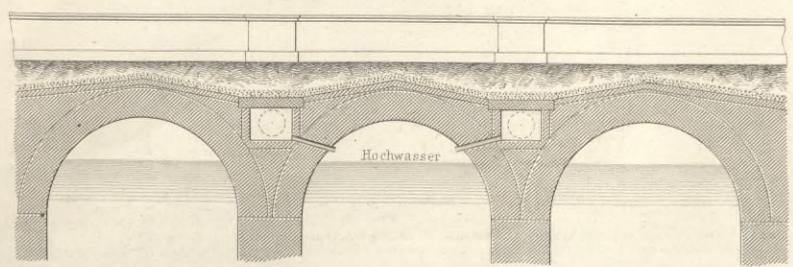
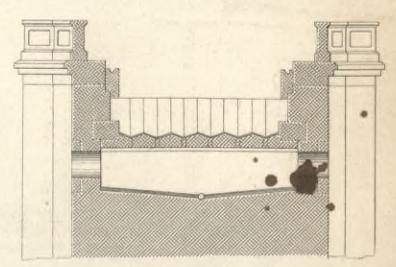


Fig. 22.



5.61

Fig. 23

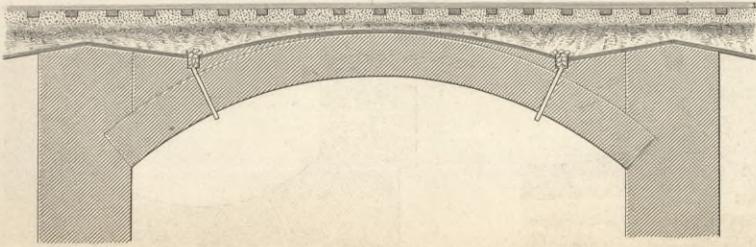


Fig. 24

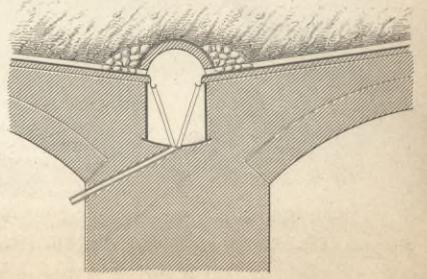


Fig. 25

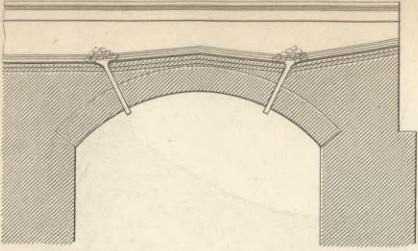


Fig. 26

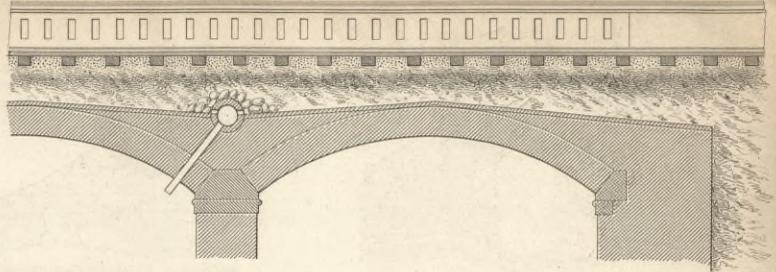


Fig. 27

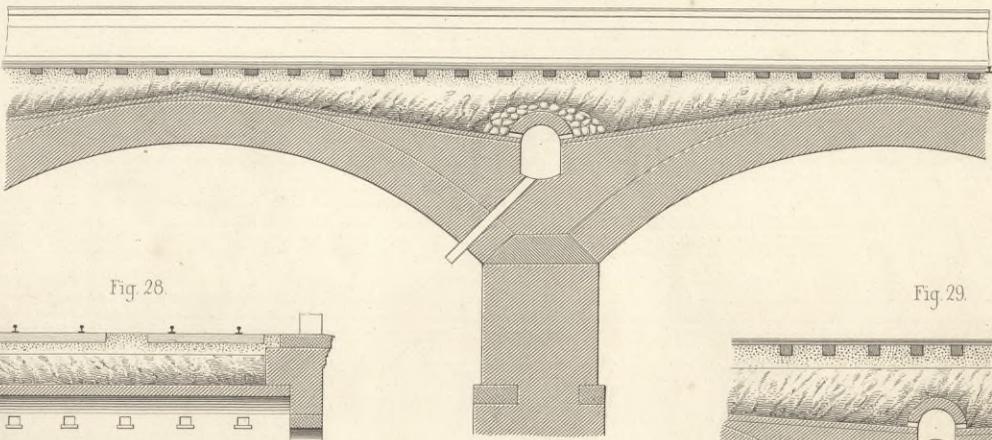


Fig. 28

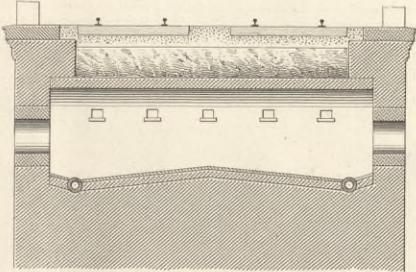


Fig. 29

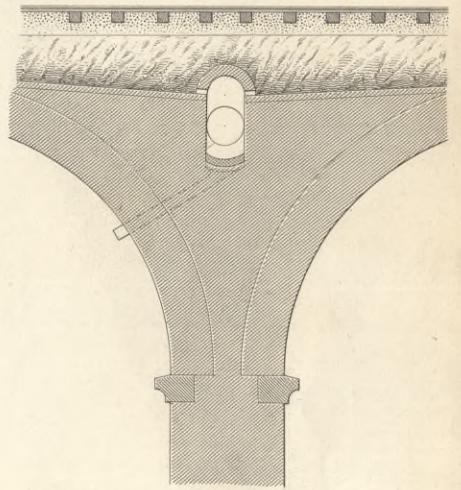


Fig. 30

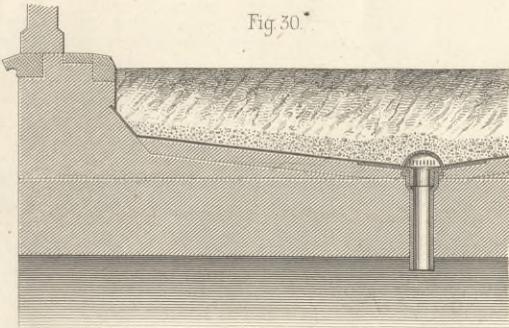


Fig. 31

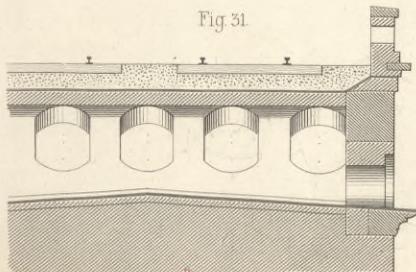
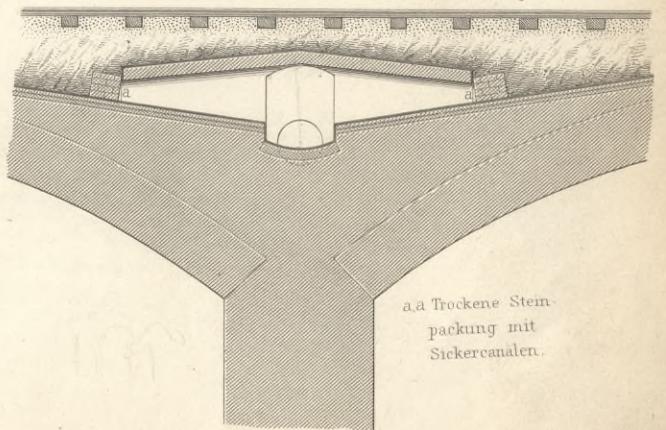


Fig. 32



a,a Trockene Stein-
packung mit
Sickerkanalen.



POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

34021
L. inw.

Kón. 524. 13. IX. 54

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000304018