Tout Fontenay,

die Construction

der

Viaducte, Aquäducte und Brücken

von Mauerwerk.

Beschreibung des Indre-Viaducts und des Verfahrens bei dessen Bau. Beschreibung der merkwürdigeren steinernen Viaducte, Aquäducte etc. in Frankreich, England, Deutschland etc. Dimensionen der bekannteren Brücken Europa's. Practische, auf Erfahrung gegründete Regeln zur Bestimmung der Dimensionen von Gewölben, Pfeilern, Stirnpfeilern etc.

Aus dem Französischen übersetzt und mit Zusätzen bereichert

vom Baninspector A. W. Hertel.

Nebst 11 lithographirten Tafeln und 6 Tabellen.

Zweite um 3 Bogen und 1 Tafel vermehrte Auflage.

Buch
Nr.

Dieses Buch ist zurückzugeben bis zum

Bestell-Nr. 0520 (204) LG 39/362/72 500 3680

Die

Construction der Viaducte, Aquäducte

und der

Brücken von Mauerwerk.

Beschreibung des Indre-Viaducts und des Verfahrens bei dessen Bau. Beschreibung der merkwürdigeren steinernen Viaducte, Aquäducte etc. in Frankreich, England, Deutschland etc. Dimensionen der bekannteren Brücken Europa's. Practische, auf Erfahrung gegründete Regeln zur Bestimmung der Dimensionen von Gewölben, Pfeilern, Stirnpfeilern etc.

Aus dem Französischen

des

Toni Fontenay,

Civil-Ingenieur und Erbauer des Indre-Viaducts,

übersetzt und mit Zusätzen bereichert

von

A. W. Hertel,

Bauinspector.

Nebst 11 lithographirten Tafeln und 6 Tabellen.

Zweite um 3 Bogen Text und 1 Tafel vermehrte Auflage.

Weimar, 1856.

Verlag, Druck und Lithographie von Bernhard Friedrich Voigt.

Die

Construction der Viaducte, Aquäducte

und der

Brücken von Mauerwerk.

Beschreibung des Jadre-Viaducts und des Verfahrens bei dessen Bau. Beschreibung der merkwürdigeren steinernen Viaducte, Aquäducte etc. in Frankreich, England, Deutschland etc. Dimensionen der bekannteren Brücken Europa's. Praktische, auf Erfahrung gegründete Regeln zur Bestimmung der Dimensionen von Gewölben, Pfeilern, Stützpfeilern etc.

Aus dem Französischen

Civil-Ingenieur und Rathmann des Jade-Viaducts,

übersetzt und mit Zusätzen bereichert

von

A. Zimmermann.

Nebst 11 lithographirten Tafeln und 6 Tabellen.

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Weimar, 1856.

Verlag, Druck und Lithographie von Bernhard Friedrich Voigt.

Vorwort des Verfassers.

Der Indre-Viaduct *) wurde in den Jahren 1847 und 1848, in einer Zeit der Trübsal, der Noth und der Empörung, unter unserer Leitung aufgeführt. Zeit, Ort und Umstände bedingten die Anwendung verschiedener neuer technischer Verfahrungsweisen, die auf Ersparniss und auf Beschleunigung der Arbeiten hinzielten, und die von erwünschtem Erfolge begleitet waren.

Wir wurden desshalb vielfach angeregt, die Beschreibung der Bauausführung der Oeffentlichkeit zu übergeben, da dergleichen Beispiele für den Architekten immer lehrreich sind und ein Anhalten bei ähnlichen Arbeiten geben.

Wir sind hiermit jenen Aufforderungen nachgekommen, indem wir eine genaue Beschreibung von der topographischen Lage des Bauwerks, von der Einrichtung der einzelnen Werkplätze, den Transportmitteln, der Anstellung der Arbeiter, des Materials, der statischen Principe und Mittel, der Dimensionen, Kosten und von Allem, was bei dergleichen Ausführungen als Beispiel massgebend sein, oder zu Vergleichungen dienen kann, detaillirt mittheilen.

Diese Beschreibung führte auf die Vergleichung des Indre-Viaducts mit andern vorhandenen Bauwerken dieser Gattung; sonach auf die Details der merkwürdigeren Viducte, Aquäducte und Brücken, die wir auf Reisen in Frankreich, England, Italien, Deutschland u. s. w., meistens selbst gesammelt haben. Wir waren sonach in den Stand gesetzt, eine Menge Belege beizubringen, die man in keiner Schrift so beisammen finden wird, und die zum grossen Theile noch unedirt, wohl auch zuweilen in andern Schriften irrthümlich angegeben sind.

Durch die Gruppirung nach gewissen Anordnungen wird die Vergleichung einer so grossen Anzahl von Bauwerken nicht allein sehr erleichtert, sondern bildet gleichsam einen practischen Cursus über die Anlagen von Viducten u. s. w., wodurch der anfängliche Plan bedeutend

*) Departement des Indre und der Loire.

erweitert ward, ohne dass die Schrift eine zu grosse Ausdehnung erhielte.

Die Herbeischaffung technischer Notizen, in den Fällen, wo eigene örtliche Untersuchung unmöglich war, konnte oft nur mit grosser Mühe geschehen, und wir müssen gestehen, dass dergleichen Schwierigkeiten uns am Meisten in Frankreich selbst entgegentraten.

Die englischen, deutschen Ingenieurs theilten uns in der Regel erbetene Notizen mit grosser Bereitwilligkeit mit, was wir von mehren französischen Gouvernements-Ingenieurs leider nicht rühmen können.

Unter Anderm besuchten wir im August 1850 den Bau der Röhrenbrücke über die Menai-Meerenge (Britanniabrücke) zu der Zeit, als man die letzte Röhre mittelst zweier Dampfmaschinen und hydrostatischen Pressen auf ihre Lager brachte. Der Ingenieur, Herr Clark, erzeugte uns bei der Besichtigung soviel Zuvorkommen, dass er uns auf die kleinsten Details aufmerksam machte, und mehre Stunden lang die ausführlichsten Belehrungen ertheilte, sowie alle Zeichnungen zur Benutzung vorlegte. In Frankreich hat man uns oft jede Auskunft verweigert.

Die vorliegende Schrift theilt sich in fünf Capitel. Das erste enthält die Beschreibung des Indre-Viaducts im Ganzen; das zweite beschreibt die Einrichtung der Werkstätten und die Anordnungen zu Ausführung des Baues; das dritte Capitel handelt von vielen andern merkwürdigen Viaducten, Aquäducten und Brücken in verschiedenen Ländern; in dem vierten sind die practischen Regeln zusammengestellt, wonach sich die Dimensionen ermitteln lassen, welche auf die Stabilität von dergleichen Bauten Bezug haben, ohne dass man zu weitläufigen mathematischen Rechnungen greifen darf. Sie sind besonders für die Practiker bestimmt, denen es an Zeit und Schule mangelt, sich in verwickelte Calculs zu vertiefen, und demnächst vorzüglich geeignet, Prüfungen über die Capacität eines Baues anzustellen.

Der Uebersetzer glaubt, dem Vorworte des Verfassers noch einige Worte beifügen zu müssen.

Die Klage über Unzugänglichkeit und Rückhaltung französischer Bauführer dürfte wohl auch auf manche deutsche Baustätte, zuweilen in potenzirterem Masse, bezogen werden können. Es herrscht in dieser Beziehung hier und da eine Art Geheimnisskrämerei, die sich bis in die untern Stellen erstreckt und dem deutschen Charakter noch eigenthümlicher als dem französischen ist. Natürlich giebt es überall rühmliche Ausnahmen.

Entschuldigung bietet allerdings die Zudringlichkeit von Neugierigen aus allen Ständen, die, gewöhnlich in grösster technischer Unwissenheit befangen, Beantwortung hirnloser Fragen verlangen und nicht bedenken, wie kostbar die Zeit ist, die sie dem Angestellten damit rauben, ohne dass jenen die beste Auskunft den geringsten Nutzen schafft.

Dergleichen Zudringlichkeiten können nicht verfehlen Missmuth zu erregen und dem Architekten zur Lebensfrage zu machen, sich gegen solche Bestürmungen abzuschliessen, und selbst in Fachmännern nur Neugier, nicht Belehrung zu wähnen. Abgesehen, dass wohl auch der Fall eintritt, wo Unterbeamte sich scheuen, in tiefere wissschaftliche Erörterungen gezogen zu werden.

Im Interesse der Wissenschaft, ihrer Verbreitung und Ausbildung wäre allerdings wünschenswerth, dass unter Fachmännern weit und breit eine gemüthliche Annäherung, eine Art Wahlverwandtschaft existirte, wie sie

einst aus den alten Bauhütten hervorging, fern von absurder Geheimthuerei unter sich. Ebenso erfolgreich wäre es, wenn die Befähigteren sich zur Pflicht machten, ausführliche Monographien über merkwürdige Baue zu liefern.

Die neueren Baumonumente liegen, so zu sagen, im Wettkampfe, sich an Kühnheit — zuweilen leider auch an barocken Ideen — zu übertreffen. Es genügt der Wissenschaft aber nicht, diese Kühnheit anzustaunen und noch weniger, sie im Bilde als Muster anzuerkennen. Sie verlangt die einzelnen Factoren kennen zu lernen, welche eine dergleichen Idee trugen und ihr Fussgestell bildeten, aus welchem sie aufwuchs, Achtung und Bewunderung fordernd. Nur aus der Kenntniss dieser Factoren, als da sind: die Gründe der Constructionsweise des Einzelnen, wie des Ganzen, die zweckmässige Benutzung der lebenden und der mechanischen Kräfte, die geistvolle Ueberwindung von Schwierigkeiten in der Localität und im Material und Anderes mehr, geht der Massstab hervor, baut sich das Verhältniss auf, welches ein Bauwerk zu einem Musterbau stempelt, nach dem sich andere grossartige Ideen normiren und befestigen können.

Unsere Bibliographie ist arm in dieser Beziehung; Perronet, Wiebeking stehen vereinzelt da *). Abgerissene, in mehren Bauschriften zerstreute Notizen können jene Anforderungen so wenig erfüllen, wie die Erzählungen der Touristen. Es ist daher jede Schrift, die es unternimmt, die technisch-wissenschaftliche Monographie einer grossartigen Bauausführung zu liefern, eine willkommene und überaus nützliche.

In dieser Beziehung muss auch die vorliegende Schrift, welche in ihrer ersten Abtheilung die erwähnte Tendenz verfolgt hat, gerechte Anerkennung und in der Bauliteratur eine gebührende Stelle finden

Die Eisenbahnen geben mehr und mehr Gelegenheit Localhindernissen kühne Anlagen entgegenzusetzen; und zwingen den Architekt, gleichsam durch Versuche zu ergründen, wie weit wohl die jetzt angenommenen Gesetze von Stabilität ausgedehnt werden können.

Dass diese Grenze bisher etwas enge gesteckt wurde, dass bei günstiger Zusammenwirkung der Factoren mehr geboten werden konnte, zeigen die neueren Baue. Da dem Baumeister aber hierbei nicht allein sein Ruf am Herzen liegen darf, da auch Menschenleben in seine Hand gegeben sind, so sind ihm nur kleine Vorschritte erlaubt, die folgerecht allein von dem letzten Schritte seiner Vorgänger ausgehen können. Man begnügte sich bisher, Durchschnittssätze, aus vorhandenen Bauten abgeleitet, deren Dauer Bürgschaft war, zur Norm bei neuen Entwürfen zu nehmen. Aus ihnen leitete man Formeln der Stabilität ab und stellte die Bedingungen des Gleichgewichts auf. Da jedoch eine Vollkommenheit in den geschaffenen Dingen, dem Material und auch der practischen Ausführung nicht gesucht werden darf, so nahm man von den theoretischen Bestimmungen nur einen gewissen Theil in der Praxis an, bis man in den neueren Bauten versuchte, wie weit man sich dem theoretischen Endresultat nähern könne. Auch diese Weiterbewegung ist auf die der Vorgänger gebaut und daher eine möglichst allgemeine Kenntniss der vorhandenen Bauwerke ähnlicher Art unentbehrlich. Die vorliegende

*) Wir besitzen nicht einmal eine technisch-ausführliche Beschreibung der Göltzschthal- und Elsterbrücken, deren erstere namentlich fast alle Bauwerke älterer und neuerer Zeit an Grossartigkeit und Kühnheit überragt, und deren Berüstung allein schon ein sehr belehrendes Capitel bieten würde.

Die zahlreichen Bildchen können hier nicht in Betracht kommen; sie sind dem Architekten nichts werth.

Schrift giebt uns darüber vielfache Auskunft und stellt die merkwürdigsten Baudenkmäler verschiedener Zeiten auf.

Die beigegebenen Tafeln dienen, die Vergleichungen der beziehlichen Baue, ihren Dimensionen und Constructionen nach, zu erleichtern und sind sehr nützlich.

Der Uebersetzer hat dem Originaltexte verschiedene Zusätze, unter andern eine ausführlichere Beschreibung der Britanniabrücke nach englischen Mittheilungen, der schiefen Saalbrücke auf der Thüringer Bahn in Kösen und einige der einfacheren Formeln zur Anwendung auf Gewölbconstructionen beigefügt; letztere mehr in der Absicht, den Leser in den Stand zu setzen, die Data's der in der Schrift angeführten Bauwerke mit den Gesetzen der Theorie vergleichen zu können und sich zu überzeugen, welche verschiedene Factoren herbeizuziehen sind, um die Theorie mit der practischen Ausführung in Einklang zu setzen. Ohne Beihülfe der Theorie bleibt immer ein unsicheres Schwanken; die letzten Marksteine, zwischen welchen die Praxis sich bewegen kann, werden doch von ihr gesetzt. Durchschnittliche Sätze, aus Bauwerken hergenommen, welche unter dem Flügelschlage der Zeit sich erhalten haben, sind ein sehr unvollkommener Ersatz; sie führen meistens auf Material- und Kraftverschwendung. Die Rechnung nach Jahren, die über ältere Bauwerke gegangen sind, können allein über vollendete Construction eines Monuments nicht entscheiden.

Am Schlusse sind noch einige Tafeln beigegeben, um dem Leser die Vergleichung der metrischen Masse des Textes und der Figurentafeln mit dem ihm näher liegenden, dem Auge angewöhnten Landesmasse zu erleichtern.

Inhaltsverzeichniss.

Drittes Capitel.

Viertes Capitel.

Fünftes Capitel.

Anhang.

Angehängte Tabellen.

Construction der Viaducte, Wasserleitungen und Brücken von Steinmaterial.

Erstes Capitel.

Beschreibung des Viaducts über den Indre.

Geographische Lage des Viaducts. — Die Eisenbahn von Tours nach Bordeaux durchschneidet auf 12 Kilometer von Tours ein Thal, wo der Indre langsam zwischen sumpfigen Wiesen fliesst. Dieses Terrain wird zwei bis drei Mal des Jahres, bis auf 300 Meter Ausdehnung auf beiden Seiten des Flusses, überfluthet.

Die Anlage der Eisenbahn hat die Veranlassung zu tiefen Einschnitten in die Hügel gegeben, welche das Thal nördlich und südlich einfassen, in der Thalebene selbst waren ansehnliche Auffüllungen und die Construction eines beträchtlichen Viaducts, den man unter dem Namen Viaduct des Indre kennt, erforderlich.

Hauptdimensionen des Viaducts. Der Indreviaduct ist auf Béton gegründet. Er besteht aus 59 Bögen in vollem Kreis von 9,80 Meter Oeffnung; die ganze Länge beträgt 751 Meter; die Höhe, vom niedrigen Wasserstande des Indre bis zu der Brustmauer ist 22,15 Meter; die mittle Höhe über dem Wiesenniveau 21 Meter und die Stirnfläche, die Bögen vollgerechnet, 15,771 Quadratmeter.

Die Breite von einer Stirn zur andern am Scheitel der Stirnmauern beträgt 8,56 Meter und die der freien Bahn zwischen den Brustmauern 7,80 Meter.

Ein Theil der Ansicht des Viaducts ist auf Tafel 1 dargestellt; die Tafeln 2 und 3 zeigen die verschiedenen Details.

Der Viaduct des Indrethals mit andern vergleichen. Vergleicht man diesen Viaduct hinsichtlich seiner Höhe mit anderen merkwürdigen steinernen Viaducten und Brücken Europa's, so steht er hinter vielen zurück. Betrachten wir ihn aber seiner Längen- und Höhenausdehnung nach, oder, mit andern Worten, seinem Längenprofile nach, so finden wir, dass derselbe unter den französischen den ersten Rang einnimmt, und unter denen in England und Deutschland nur von drei oder vier englischen und einer einzigen in Deutschland, über das Göltzschthal (Göltzschthal-Ueberbrückung), übertroffen wird.

(Die höchsten Häuserfaçaden in Paris übersteigt derselbe um 4,15 Meter.)

In dem dritten Capitel findet man die vornehmsten Viaducte verschiedener Länder beschrieben, wonach eine Vergleichung sich anstellen lässt.

Die Aquäducte haben wir absichtlich nicht in dieses Verzeichniss aufgenommen. Dieses würde eine sehr unsichere Vergleichung über den Grad der Wichtigkeit der beschriebenen Bauwerke abgeben, weil die Breite der Aquäducte von einer Stirn zur an-

dern eine viel untergeordnetere ist. Gewöhnlich übersteigt sie selten 2—3 Meter und hat nur selten eine Breite von 4,50 Meter; während die der Viaducte in der Regel 8—10 Meter ist.

Hauptpfeiler *(Piles-culées)* und deren Stellung, Tafel 1. Die Indrethal-Ueberbrückung ist der Länge nach durch sechs, mit Strebemauern verstärkte Hauptpfeiler, getheilt.

Die der Mitte am Nächsten stehenden haben fünf Zwischenbogen, durch die der Indre geht. Die andern Zwischenräume zwischen den Landpfeilern und dem nächsten Hauptpfeiler, sowie die Zwischenweiten zwischen zwei und zwei Hauptpfeilern bestehen aus je neun Bögen.

Die Strebepfeiler haben durch ihre Erhöhung über die Brükkenpfeiler und an den Stirnmauern Gelegenheit gegeben, in den Brüstungen Ausweicheplätze für die Bahnwärter anzubringen. Diese Strebepfeiler tragen viel zur Schönheit des Baues bei, indem sie die Eintönigkeit der 59 Bogen unterbrechen.

Schafte, Sockel, Lagerflächen der Werkstücke der einfachen und Hauptpfeiler, Tafel 2.

Jeder Pfeiler besteht aus einem Schafte von 10,5 Meter Höhe, incl. Krönung und einem Sockel, dessen Höhe nach der Wellung des natürlichen Bodens veränderlich ist, und der auf einem Lager von Béton ruht. Der Höhe nach haben die Pfeiler fünf volle Schichten von Werkstücken, die ihn in Abtheilungen scheiden.

Die erste Schicht liegt auf dem Béton und dient als Fundament; deren Stärke ist 45 Centimeter. Die zweite bildet das Obertheil des Sockels, hat 35 Centimeter Dicke und ihr oberer Rand, der über den Schaft 10 Centimeter ausladet, ist auf 10 Centimeter Breite und 3 Centimeter Höhe abgewässert (Fig. 17, Tafel 2). Die dritte und vierte Schicht theilen den Schaft in drei ziemlich gleiche Theile; jede ist 31 Centimeter dick. Die fünfte Schicht, unter dem Anfange der Bögen, krönt den Schaft, ist 50 Centimeter dick und ladet 15 Centimeter über die Werkstückkanten des Schaftes aus. Der Rand der obern Fläche ist 15 Centimeter breit und 5 Centimeter hoch abgeschrägt (Figur 16, Tafel 2).

Einziehung der Pfeiler. Alle Pfeiler haben auf der schmalen Seite eine Einziehung von 0,05 : 1 und auf der breiten von 0,02 : 1. Die Sockel haben die nämliche Einziehung.

Die verschiedenen Dimensionen der einfachen Mittelpfeiler (Fig. 1, 2, 4, 5, Taf. 2). Die einfachen Pfeiler sind in der obern Grundfläche 2,20 Meter breit und 8,78 Meter lang, ohne die Ausladung der Krönung zu rechnen. Die Dicke am Fusse des Schaftes ist 2,60 Meter, die Länge 9,8 Meter. In der Höhe des Sockels ist die Breite 2,8, die Länge 10 Meter und die untere Fläche auf der Fundamentschicht ändert von 2,87 Meter auf 2,95 Meter Breite und von 10,17 Meter auf 10,37 Meter Länge, nachdem die Pfeiler niedriger oder höher stehen. Die Ausladung der Grundschicht unter dem Sockel beträgt 15 Centimeter an den breiten und 135 Millimeter an den schmalen Seiten der Pfeiler.

Der Vorsprung des Bétonlagers über die untere Steinschicht ist 1,08 Meter auf den breiten Seiten und 1,7 Meter auf den schmalen Seiten der Pfeiler.

Diese Grundlage misst sonach am Fusse des Sockels 1,23 Meter an den breiten und 1,835 Meter an den schmalen Seiten.

Die Ecksteine des Sockels zwischen den beiden vollen Schichten haben 70 Centimeter Länge, 50 Centimeter Breite und 33 Centimeter Höhe. Die Ecksteine des Schaftes zwischen zwei vollen Schichten sind 70 Centim. lang, 50 Centim. breit und 312 Millim. hoch, mit Ausnahme der ersten Laufschicht über dem Sockel, wo sie nur 33 Centim. Höhe haben.

Die verschiedenen Dimensionen der Hauptpfeiler (Fig. 3, 6, 7, Taf. 2). Die Hauptpfeiler haben 1 Meter grössere Breite und 80 Centim. mehr Länge als die übrigen Pfeiler. Die grössere Länge ist auf die Schutzpfeiler zu rechnen, deren Vorköpfe 40 Centim. Vorsprung und mit der Dicke der gemeinen Pfeiler gleiche Breite haben. Die Grundschichten des Fundaments und Bétons stimmen bei den Haupt- und gemeinen Pfeilern überein, sowie auch die Höhen der Fundamentschichten. Deren Ecksteine sind ebenfalls 70 Centim. lang, 50 Centim. breit; dagegen sind die der Schutzpfeiler abwechselnd 70 auf 50 Centim. und 70 auf 40 Centim. lang und breit (Fig. 13 und 14). Die Fig. 11 und 12, Taf. 2, geben die Anordnung der Ecksteine an den Schutzpfeilern über den Pfeilern.

Béton des Fundaments. Die Bétonmassen, die den Viaduct tragen, ruhen auf Boden von Mergel, mit kieseligen Nieren gemengt; deren Höhen wechseln von 1 zu 5 Meter; die höchsten befinden sich gegen die Mitte des Baues.

Ungefähr ein Drittel dieser Bétonmassen ist in Pfahl- und Bohlenwände gegossen, die beiden andern Drittel sind trocken eingeschüttet, nachdem ansehnliche Wasserausschöpfungen vor-

genommen waren und man vorläufig auf einigen Puncten Mauereinfassungen von 40 Centim. Dicke zur Beschränkung des Bétons angelegt hatte, wie man an der linken Seite des Pfeilerfundaments, Fig. 1, Taf. 2, sieht.

Gegossen wurde der Béton unter den Pfeilern, die in den Fluss oder ihm zunächst zu stehen kamen. Die Pfahl- und Spundwände wurden durch zwei Rahmen zusammengehalten, deren einer im Niveau des Wassers, der andere gegen 1 Meter darüber lag (Fig. 1 und 2, Taf. 5). Man hatte zweimalige Einrahmung gelegt, um die Spundpfosten während des Rammens in der Richtung zu erhalten.

Nach Beendigung der Arbeit sind die Spundpfähle und Bohlen ein Wenig über dem niedrigsten Wasserstande abgesägt worden; das eine Rahmenstück, welches unter den niedrigsten Wasserstand getrieben wurde, behielt man bei.

Nach Massgabe, wie der Guss des Bétons vorschritt, wurde um selbigen eine Steinauffüllung, wie gewöhnlich, gemacht, um die Einfassung während der Arbeit zu schützen und spätere Auswaschungen zu verhindern.

Wölbungen (Taf. 2, Fig. 1—7). Die Bögen des Viaducts haben 90 Centim. Dicke im Schlusssteine. Es scheint jedoch dabei ein Missverständniss gewaltet zu haben, da die Dicke von 80 Centimeter genügend war.

Das Innere der Gewölbwinkel *(tympans)* ist unterhalb bis 3 Meter über die Bogenanfänge massiv ausgemauert. In dieser Höhe sind die Bögen 1,2 Meter dick. In der nämlichen Höhe werden die Mauern der Gewölbwinkel über den Mittel- und Stirnpfeilern 1,30 Met., die über den Hauptpfeilern 1,7 Met. dick. 1,6 Met. höher bilden diese Mauern ein Banket von 24 Centim. nach Innen.

Die Wölbsteine (von Werkstücken), welche die Kanten der Gewölbe machen, sind 70 Centim. hoch an den Stirnseiten des Viaducts und abwechselnd 70 und 60 Centim. lang an den Intrado's. Jede Stirn eines Bogens enthält 51 Wölbsteine, die zusammen in der Abwickelung des innern Bogens 15,386 Meter Länge haben, nämlich:

24 Wölbsteine zur Linken des Schlussteins, jeder 0,3 Meter .	7,2	Meter
24 dergleichen zur Rechten	7,2	-
2 Nebenschlusssteine von 0,32 Meter .	0,64	-
1 Schlussstein	0,346	-
	15,386	Meter.

Eine Laufschicht von Werkstücken geht in der Höhe des ersten Wölbsteins um die Krone eines jeden Pfeilers herum.

Vorkehrungen zum Abflusse des Regenwassers. Die Mitte jedes Gewölbes — mit Ausnahme des ersten und letzten — ist im Schlusse mit einer Röhre oder Rinne von Blei versehen, die zwischen zwei Werkstücke eingearbeitet ist und zu Ableitung des Regenwassers dient; sie hat 10 Centim. Weite im Lichten.

Die Winkel der Gewölbe sind, soweit sie nicht ausgemauert, mit Sandbéton ausgegossen, der so abgeglichen ist, dass er das Regenwasser nach der Mitte jedes Bogens abführt und desshalb eine Neigung von 2 Centim. auf den Meter hat. Bei den beiden Gewölben, die keine Rinne haben, wird das Wasser nach der Ausfüllung hinter die Stirnpfeiler gewiesen (Taf. 3, Fig. 4).

Der Sandbéton ist mit zwei Lagen überdeckt; die eine von Mörtel in 10 Centim. Dicke, die andere von Asphalt von Seyssel, 15 Millim. dick.

Den Asphalt deckt eine Schicht Kies, 15 Centim. hoch, auf der eine Sandbeschüttung sich mit der Auffüllung der Bahn vereinigt, dem Ballast.

Den Deckel jeder Rinne macht eine gusseiserne, durchlöcherte Calotte, die mit Steinstücken umgeben ist, die das Eindringen des Wassers gestatten. Die Calotte hat innerhalb 16 Centimeter Sehne und 9 Centim. Höhe (Fig. 20, 21, 22 und 23, Taf. 2).

Einziehung der Stirnmauern, Mauerband, Brustmauer (Taf. 2, Fig. 8, 9, 10, 15). Die Stirnmauern haben eine Einziehung von 2 Centim. auf den Meter und sind mit einer Platte von Werksteinen bedeckt. Diese Lage ladet 25 Centim. aus, ist 52 Centim. dick und 90 Centim. breit; mit Ausnahme an den Hauptpfeilern, wo sie als Kappe der Strebepfeiler 1,30 Meter breit ist.

Die Breite der Brustmauer ist nur 35 Centim. und von zwei Quadern gebildet. Bei jedem Meter der obern Fläche liegt ein Strecker, zum Verband der beiden Aussenschichten.

Die Brustmauer ruht auf einer Erhöhung von 2 Centim. des Mauerbands, ist mit Decksteinen von 38 Centim. Breite belegt, die, sattelförmig abgeschrägt, an den Aussenkanten 38 Centim., in der Mitte 40 Centim. hoch sind.

Die Steine dieser Deckplatten haben eine Spundung mittelst ausspringender Winkel der einen und correspondirender lothrechter Nuthen der Nebensteine. Jeder solcher Winkel bildet in horizon-

taler Projection ein gleichschenkliches Dreieck von 3 Centimeter Höhe und 32 Centim. Grundlinie (Fig. 8, Taf. 2).

Die Stirn- oder Landpfeiler (Taf. 3, Fig. 1, 2, 3, 4 und 5). Die Stirnpfeiler des Viaducts sind, nach der Achse der Bahn und in der Höhe der Bogenanfänge gemessen, 20 Meter lang, voll ausgemauert, bis auf zwei cylindrische Schächte von 4,8 Meter Durchmesser, die man in Mitte eines jeden gelassen und mit Sand ausgefüllt hat. Jeder Schacht ist oben durch ein sphärisches Gewölbe geschlossen.

Der Abstand der Stirnen an den Stirnpfeilern, an der Krone gemessen, ist wie bei den Hauptpfeilern 9,58 Meter; mit diesen gleich sind auch die Einziehungen der Aussenseiten und die Zurichtung der Werkstücke. Anstatt aber, dass die Mauerbänder 1,30 Meter breit sind, haben sie nur die Breite wie an den Mittelpfeilern, 90 Centimeter.

Zurichtung einiger Steine. Bei der Zurichtung der Werkstücke hat man im Allgemeinen das Ausschneiden vermieden. Die eingehenden Winkel an den Vor- und Hinterköpfen der Haupt- und Stirnpfeiler sind zu diesem Zwecke aus mehren Stücken gebildet (Fig. 13 und 14, Taf. 2). Davon ausgenommen sind durchgehends die eingehenden Winkel der Mauerbänder von 50 Centim. Höhe an den Anfängen der Gewölbe, die vier ersten ruhenden Lager, die Winkel an der Krönung und die an der Brustmauer; bei diesen sind die eingehenden Winkel immer in den vollen Stein jeder Schicht nachgearbeitet.

Die Beschaffenheit der Aussenseiten. Die Band- und Gurtgesimse, Plinthen und Decksteine, sowie die Kanten der Mauern des Viaducts sind von Werkstücken, gekrönelt und charirt. Die übrigen sichtbaren Flächen sind von grob mit dem Krönneleisen behauenen Quadern, mit 15—30 Millim. weiten Fugen in Mörtel gelegt.

Die Schichten der Quader sind 14—15 Centim., ohne die Fuge, hoch. Die mit ihnen ausgeführten Mauerflächen treten um 2 Centim. gegen die Werksteine zurück.

Die Lehrgerüste. Die Abbildung der Lehrgerüste befindet sich auf Taf. 4.

Man hat auf die Ausladung von 15 Centim. der Pfeilerdeckplatte an *P* und *Q* (Fig. 1 und 2) die Schwellen *a, b, c, d, e, f etc.* gelegt, welche die Lehrgerüste tragen.

Die auf demselben Vorsprunge liegenden Schwellen sind durch Doppelkeile getrennt, die senkrecht unter jedem Lehrbogen liegen und das Ausrüsten erleichtern sollen (Fig. 3 *m, m*...). Die Schwellen auf jedem Pfeiler werden paarweise durch horizontale Anker verbunden, deren einer an jedem Ende ausserhalb des Pfeilers, der dritte aber in der Mitte liegt und durch die Mauerung geht. Die Anker ausserhalb des Pfeilers gehen durch die Schwellen, der mittle dagegen durchsetzt sie nicht, sondern hält sie nur durch Umkröpfung. Die letztere Anordnung hat man befolgt, damit die oberen Schwellen auf die unteren niedergehen können, wenn die Keile, um auszurüsten, gelös't werden.

Die Lehrgerüste sind ziemlich einfach. Jede Rippe besteht aus vier kleinen Polygonstreben *i, k, l, m,* deren zwei und zwei durch die Hängebänder *o, p* und durch die kurzen Hängesäulen *q* und *r* verbunden werden. Diese Construction bildet zwei feste Hängewerke, die wieder in der Hängesäule *s* ihre Stütze finden und noch durch den doppelten Spannriegel *t* gehalten werden, der auf jedem kleinern Hängeband überblattet ist.

Jeder Gewölbbogen wird durch sechs Rippen unterstützt, welche unter sich durch ein Andreaskreuz *t, t'* (Kreuzbänder, Windstreben) gegen den Längenschub versichert sind, wozu noch die kleinen Hölzer an dem Zusammenstoss der kurzen Hängesäulen mit den grossen Hängebändern und die Schalbreter beitragen. Noch hat man, zur Erleichterung der Aufstellung und Richten des Lehrgerüstes von einer Rippe zur andern Breter in Form von Kreuzbändern angenagelt, wie Fig. 1, Taf. 7 zeigt.

Die Verschalung besteht aus Bohlen von 7 Centim. Stärke, die auf einigen Stellen eingeschnitten sind, um die Vorsprünge der Werkstücke einzubetten.

Die Anzahl der zu Aufführung des Viaducts erforderlichen Lehrgerüste. Es sind nur 30 Gerüste zur gleichzeitigen Aufführung der ersten Bögen zugerichtet worden. Die 29 letzteren Bögen hat man mit denselben Gerüsten gewölbt. Da jeder Bogen durch sechs Rippen getragen wurde, so hat man zu der ersteren Aufführung 180 und zu der weiteren 174 Lehrbögen nöthig gehabt.

Dieses Rüstungssystem war bereits bei dem Viaduct von Beaugency und Tavers auf der Bahn von Orleans nach Tours in Anwendung gekommen.

Beschaffenheit der bei dem Viaducte angewandten Baumaterialien. Die Lehrgerüste des Viaducts bestanden aus Tannenholz vom Jura, mit Ausnahme einiger Schalbreter

und kleiner Hölzer, die von Pappel- und Erlenholz waren. Zu den Keilen war Eichenholz verwendet.

Werkstücke. Ein Theil der zu dem Viaduct verwendeten Werkstücke ist aus den Brüchen von la Brosse und la Girarderie, auf 6 Kilometer Entfernung, bezogen; der übrige Theil aus den Brüchen von Athée, von la Tour de Brandon, aus dem Holz Bideau, von Comery, Truis, von Tauxigny, Maintenant etc., Oerter, die in mittler Entfernung von 28 Kilometer (gegen 3¾ Meilen, von dem Viaduct abliegen.

Der Stein ist ein weisslicher kohlensaurer Kalk; in der Regel sehr hart, mit Höhlungen durchsetzt, die zu vielem Verlust geführt haben, da die Baudirection dergleichen nur in sehr beschränktem Masse in den äussern Flächen zuliess. Das specifische Gewicht ist 2,50, woraus ein absolutes Gewicht für den Cubikmeter von 2500 Kilogrammen folgt.

Moellon (Quader, Bruchstein). Die Quader, welche zu den Aussenseiten und Hintermauerungen benutzt wurden, kamen sämmtlich aus den Brüchen von la Brosse und la Girarderie. Sie sind sehr hart, schwer zu bearbeiten und enthalten Höhlungen. Es ist ein mit Kieseltheilen gemischter kohlensaurer Kalk. Dessen specifisches Gewicht ist ebenfalls 2,50; wegen der Höhlungen aber, die sich zur Masse wie 40 : 100 verhalten, wiegt ein Cubikmeter nur gegen 1500 Kilogramme. Die zur Ausfüllung genommenen Bruchsteine sind kleine Steinbrocken von ganz unregelmässiger Gestalt.

Kalk. Man hat zu dem Bau des Viaducts nur hydraulischen Kalk verbraucht, der aus Pavier, unweit l'Isle-Bouchard an der Vienne, auf eine Entfernung von 40 Kilometer bezogen wurde.

Derselbe besteht nach der Analyse von Vicat und Gueymart aus:

Kieselerde	24,26
Eisenthon, ohne Magnesia	4,65
Kaustischer Kalk	71,09
	100,00

Sand. Mörtel. Der Sand ist in der Nähe des Viaducts auf dem linken Ufer des Indre gegraben. Er ist fein, wenig erdig; mit Kalk von Pavier gemengt, hat er einen recht guten Mörtel gegeben, der nach Jahresfrist sich nur schwer durch ein Werkzeug abkratzen liess.

Das specifische Gewicht des Mörtels zu untersuchen, wurde aus der Mitte eines Ballens, der zwei Jahre gelegen hatte, ein Stück herausgenommen; er gab zum Resultat 1,852, also an Gewicht für 1 Cubikmeter 1852 Kilogramme

Derselbe Mörtel wurde von Neuem untersucht, nachdem er zwei Wochen auf dem Zimmer gelegen hatte, und wog jetzt nur 1,735, hatte folglich 0,117 an Wasser verloren, welches 117 Liter Wasser auf den Cubikmeter beträgt.

Man trifft öfters in dem bei dem Viaduct gebrauchten Mörtel kleine weisse Partikel, im Ganzen genommen Theilchen von Cement, die bei der Bereitung nicht zur Auflösung gelangt sind. Diese Kalkstückchen, deren der Kalk von Pavier zuweilen in grosser Menge enthält, schaden dem Erhärten des Mörtels nicht bemerklich; deren Menge ist untersucht worden und ergab bei neun Versuchen, wobei der Kalk durch Eintauchen zu Pulver gelöscht und gesiebt wurde, auf 4,50 Cubikmeter lebendigen Kalk, an 1,70 Cubikmeter Biscuit- und Cementtheile, die sich nicht löschen liessen. Der Staubkalk gab, mit Wasser angemacht, nach dieser Absonderung 3,40 Cubikmeter Kalkbrei.

Aus diesen Versuchen lässt sich abnehmen, dass, ohne Trennung der unlöschbaren Theile, 4,50 Meter lebendiger Kalk 5,10 Meter Kalkbrei würde gegeben haben, worin 1,70 ungelöschte Theile, also 33 Procent enthalten waren. Bei sorgfältiger Aussonderung der Biscuits befinden sich in der Regel nur 5 Procent in dem gedachten Kalk *).

Die Zusammensetzung des Mörtels und Bétons. Der Mörtel zu dem Viaduct bestand aus:

Sand	0,90
Gelöschter Kalk	0,45
	1,35

Man hat, in Abrechnung der Verschiedenheit und des Verlustes, diese Summe auf 1,00 reducirt angenommen.

Die Zusammensetzung des Bétons zu der Fundamentirung, trocken angewandt, war:

Gelöschter Kalk	0,25
Sand	0,50
Kiesel	0,75
	1,50

wofür 1,00 zulässig erachtet wurden.

*) Die Originalschrift giebt eine Tabelle von neun Versuchen, welche zu genauer Kenntniss des Kalks von Pavier angestellt wurden, die aber von wenig Nutzen bei andern Kalkarten ist.

Der Uebersetzer.

Der eingemengte Béton (Guss) bestand aus:

Gelöschter Kalk	0,27
Sand	0,51
Kiesel	0,91
	1,62

Man hat angenommen, dass das Volumen von 1,62 sich auf 1,00 in der Veranschlagung reduciren muss.

Die Sandbétons zu Ausfüllung der Gewölbwinkel wurden bereitet aus:

Kalkteig	0,15
Sand	1,00
	1,15

wofür bei der Berechnung 1,00 gut geheissen wurde.

Kosten bei dem Bau des Viaducts. Die nachstehende Tabelle giebt die Arbeiten und Kostenberechnung nach der Revisionsverhandlung bei'm Schlusse des Baues an. In der letzten Colonne ist jeder Kostenbetrag auf den Quadratmeter des Aufrisses, vollgerechnet, ausgeworfen.

Die Tabelle dient zum Anhalt, um, bei gehöriger Berücksichtigung der Localverhältnisse und unter ähnlichen Bedingungen der Construction, den Kostenbetrag eines dergleichen Baues annähernd zu ermitteln, ohne grosse Berechnungen nöthig zu haben.

Ein solches Schätzungsverfahren ist nicht neu und wird namentlich bei Eisenbahnen häufig angewandt; es führt in der Regel auf genauere Resultate, als die ausgearbeittesten Kostenanschläge ergeben.

So hat der berühmte Rob. Stephenson in seinem Rapport an die Gesellschaft der Südostbahn 1842 auf gleiche Weise eine Kostenübersicht der Nordbahn in Folgendem gegeben.

In diesem Rapport hat Stephenson die Anlage der Nordbahn mit ihren Zweigbahnen auf 23000 Pfund Sterling pr. englische Meile oder 357,919 Francs pr. Kilometer geschätzt.

Nach dem Rechenschaftsbericht der Gesellschaft an die Actionäre betrug die wirkliche Ausgabe:

	Gesammtkosten.	Länge in Kilometer
	Frc.	Kilom.
Hauptlinie	111800000	335
Zweigbahn von Lille nach Dünkirchen	20300000	83
- - Hazebrouk nach Calais	14000000	60
Das Material und die Arbeiten an diesen drei Schienenwegen und für den von St. Quentin betragen 33900000 Fr. Diess giebt auf den Kilometer 58500 Fr., sonach auf die drei vorgenannten Linien	27963000	
Zweigbahn von Boulogne	40000000	123
Summa	214063000	601

Der mittlere Betrag des Kilometer Schienenwegs ist daher 356178 Frcs.

Der von Stephenson schätzungsweise angegeben war 357919 -

Woraus eine Differenz von nur 1741 Frcs. folgt, und zu sehen ist, mit welcher Sicherheit der englische Ingenieur abgeschätzt hat.

(In der Schrift über den Bau der Tunnel, 1846, haben wir ebenso, wie in der nachstehenden Tabelle jeden Kostenbetrag auf den laufenden Meter des Tunnels ausgeworfen.)

Tabelle

der Arbeiten und Kosten bei dem Bau der Indrethalüberbrückung.

Bezeichnung der Arbeiten.	Anzahl.	Preis der Einheit.		Summe im Einzelnen.		Auf den □Meter des Aufrisses im Vollen.	
1. Fundamente.	Cubikmeter	Fr.	Cent.	Fr.	Cent.	Fr.	Cent.
Ausgraben	—	—		35254	38	2	21
An Holz zu Pfählen, Bohlen, Verbandstücken incl. Arbeit	287,80	—		33020	94	2	09
Gusseisen	—	—		5177	38	0	33
Béton, trocken gefüllt	8324,73	14	80	123206	00	7	81
Gegossener Béton	3489,64	17	10	59323	88	3	76
Steinanschüttung um den Béton	1120,00	5	73	6417	60	0	41
Ausserordentliche Ausgaben, zu specieller Berechnung	—	—		170000	00	10	78
Summe für die Fundamente				432400	18	27	42
2. Oberbau.							
a) Mauerwerk.							
Mauerung mit Werkstücken	6672,78	97	13	648127	12	41	09
- - gewöhnlichen Quadern	33740,03	15	40	519596	46	32	95
Sandbéton	5855,06	9	90	57965	09	3	67
	□Meter						
Aussenseiten der Werkstückmauerung an den Krönungen	2502,92	6	60	16519	27	1	04
Aussenflächen über den Krönungen	12300,38	5	50	67652	09	4	28
Ueberarbeiten und Fugenverstrich der Werkstücke	14803,30	0	88	13026	90	0	83
Desgleichen der ordinären Quader	25362,54	4	40	111599	58	7	08
Bétonlage, 0,10 Meter dick	5040,36	2	39	12046	46	0	76
Summe für Mauerung des Oberbaues				1446532	97	91	72
b) Gemischte Arbeiten.							
Asphaltdecke	5040,36	6	60	33266	38	2	11
	Kilometer						
Blei zu den Röhren in den Gewölben	6177,00	0	88	5435	76	0	34
Gusseisen zu den Decken derselben	426,30	0	44	187	57	0	01
	Cubikmeter						
Steinschlag zu Bedeckung des Asphalts	756,18	3	96	2994	47	0	19
Sand unter die Bahnschwellen	2347,64	1	77	4155	32	0	27
Bruchsteine zu den Flügelmauern	600,00	5	08	3048	00	0	20
Füllung in die Schachte der Landpfeiler	1030,64	2	81	2896	10	0	18
Summe der gemischten Arbeiten				51983	60	3	29

Bezeichnung der Arbeiten.	Anzahl.	Preis der Einheit.		Summe im Einzelnen.		Auf den □Meter des Aufrisses im Vollen.	
c) Gewölbebrüstung.	Cubikmeter.	Fr.	Cent.	Fr.	Cent.	Fr.	Cent
Tannenholz zu den Lehrgerüsten in erster Anwendung	810,30	55	00	44566	50	2	83
Keilpaare von Eichenholz	360	6	60	2376	00	0	15
	□Meter						
Breter von Tannenholz 0,025 Meter dick in erster Anwendung	168,60	1	32	222	55	0	01
	Kilogr.						
Eisen zu Bolzen und Bändern	8021,40	0	55	4411	77	0	28
Vermauertes Eisenwerk	2304,00	0	99	2280	96	0	14
	Cubikmeter						
Tannenholz zu den Lehrgerüsten in zweiter Anwendung	783,29	13	20	10339	43	0	65
Abgang an eichenen Keilen bei'm Ausrüsten	90	3	30	297	00	0	02
	□Meter						
Weiche Breter in zweiter Anwendung	162,98	0	55	89	64	0	01
Summe für die Lehrgerüste				64583	85	4	09
d) Ausserordentliche Baukosten zu specieller Berechnung				15000	00	0	95

Recapitulation.

1. Grundarbeiten	432400	18	27	42
2. Oberbau, als				
a) Mauerung	1446532	97	91	72
b) Gemischte Arbeiten	51983	60	3	29
c) Lehrgerüste	64583	85	4	09
d) Ausserordentliche Ausgaben	15000	00	0	95
Hauptsumme	2010500	60	127	48

(Die hier in Rechnung gebrachte Summe kann sich in Folge einiger eingereichten Nachrechnungen um Etwas vermehren, welches durch die Theuerung 1847 herbeigeführt wurde.)

Entwurf; Leitung der Arbeiten; Dauer der Ausführung. Der Entwurf zur Ueberbrückung des Indrethals, sowie die Leitung des Baues waren dem Ober-Ingenieur der Brükken- und Wegebaue Beaudemoulin und dem damaligen Unter-Ingenieur Morandière (jetzt Ober-Ingenieur) übertragen.

Mit dem Bétongrund wurde am 9. Juli 1846 begonnen; den 6. April 1847 legte man den Grundstein; am 25. September 1848 wurde der letzte Bogen geschlossen, und einige Tage später, am 4. October 1848 geschah officiell der letzte Hammerschlag auf den Schlussstein dieses Gewölbes.

Der letzte Stein der Brustmauer wurde den 15. December 1848 eingesetzt.

In das letzte Gewölbe fügte man eine Platte ein, welche die Namen des Ministers der öffentlichen Arbeiten, des Präfecten, der Ingenieurs und Entrepreneurs, die Bauzeit und in Basrelief die grossartige Hebemaschine des M. Fontenay enthält. Nach der Feierlichkeit gab der Entrepreneur den Arbeitern ein Banket von 400 Couverts und mehre Belustigungen.

Verhältnisse, die unter den Hauptdimensionen des Indre-Viaducts obwalten. Es wird von Nutzen sein, Architekte auf die beziehlichen Verhältnisse aufmerksam zu machen, die zwischen den Haupttheilen des Viaducts Statt finden, um die Dimensionen von ähnlichen Bauen, aber verschiedener Höhe, dem hier abgehandelten gleichartig anordnen zu können.

Wir haben jedes Verhältniss auf zweierlei Weise ausgedrückt; die eine verlangt eine Division, die andere eine Multiplication zur Erklärung. Die erstere ist in der Praxis unbequemer als die zweite, wiewohl gebräuchlicher, wesshalb wir sie beifügen.

Der Durchmesser der Bögen ist der Höhe unter den Schlusse gleich, von dem Wiesen-Niveau an gemessen, und dividirt durch 1,847 oder multiplicirt mit dem Coefficienten 0,541.

Die Dicke der einfachen Pfeiler, an der Krone gemessen, ist gleich dem Bogendurchmesser dividirt durch 4,455 oder multiplicirt mit 0,225.

Die Stärke der Hauptpfeiler an der Krone ist gleich diesem Durchmesser dividirt durch 3,063 oder multiplicirt mit 0,327.

Die Stärke der Stirnpfeiler ist am Anfange der Bögen gleich dem Durchmesser getheilt durch 0,409 oder multiplicirt mit 2,041. Diese Stärke bleibt auch in der mittlen Höhe der Schienenlage gleich.

Toni Fontenay, Viaducte.

Die Höhe des Pfeilerschafts, von dem Sockel bis zu den Bogenanfängen, ist gleich dem Durchmesser getheilt durch 0,93 oder multiplicirt mit 1,071.

Die Höhe zwischen dem Hauptsims und der Platte der Pfeilerkrönung ist dem Durchmesser dividirt durch 0,980 oder multiplicirt mit 1,020 gleich.

Die Gewölbdicke am Schlusssteine ist dem Halbmesser dividirt durch 5,445 oder multiplicirt mit 0,184 gleich.

In den vorstehenden Angaben ist auf die Ausladung der krönenden Pfeilerplatte keine Rücksicht genommen werden.

Druck, den das Material erleidet. Die einfachen Pfeiler haben, wie bemerkt, an den Anfängen der Bögen, ohne Ausladung der Platte, 2,20 Meter Stärke und 8,78 Meter Länge; diess macht eine Fläche von 19,316 Quadratmeter oder 193,160 Quadratcentimeter, wovon jeder mit einem Drucke von 4 Kilogrammen 34 Decigrammen, nach Angabe der folgenden Tabelle, belastet ist.

Tabelle

über die Belastung auf der Krone jedes Mittelpfeilers des Viaducts.

Qualität der Massen.	Belastung in Cuben des Pfeilers.	Belastung in Cuben des Quadratcentimeters.	Gewicht des Cubikmeters.	Gewicht auf den Quadratcentimeter.
	Meter	Meter	Kilogr.	Kilogr.
Mauerwerk von gemeinen Quadern [1])	193,93	0,001004	2241	2,25
Desgleichen von Werkstücken [2])	32,80	0,000170	2435	0,41
Masse der Mörtellage	8,00	0,000040	1852	0,08
Sandbéton	84,24	0,000436	1770	0,77
Kies	12,00	0,000062	1400	0,09
Sand unter und mit dem Ballast	87,00	0,000450	1650	0,74
Summe	417,97	0,002163	mittl. Gew. 2006	4,34

1) Der Cubikcentimeter der Mauerung ist folgends zusammengesetzt:

1 Cubikmeter Quadern, im Werk gemessen	1500 Kilogr.
0,4 Cub.-M. Mörtel, den Meter zu 1852 Kilogr.	741 –
Gewicht des Cubikmeters gemeine Mauer	2241 Kilogr.

2) Der Cubikmeter der Mauer von Werkstücken besteht aus

0,90 Cubikmeter Werksteine auf dem Lager gemessen und 2500 Kilometer pr. Cubikmeter schwer	2250 Kilogr.
0,10 Cubikmeter Mörtel, der Cubikmeter zu 1852 Kilogr.	185 -
Gewicht des Cubikm. Mauer von Werkstücken	2435 Kilogr.

Auf gleiche Weise findet man, dass die Belastung am Fusse des Schaftes jedes gemeinen Pfeilers auf den Quadratcentimeter 5 Kilogr. 39 Decagr., auf dem Béton am Fusse der höchsten Pfeiler, deren Sockel 4,03 Meter hoch sind, 4 Kilogr. 77 Decagr. und endlich bei den nämlichen Pfeilern unter dem Bétongrunde, von 5 Meter Dicke, auf den Quadratcentimeter 3 Kilogr. 27 Decagr. beträgt.

Die Details dieser Untersuchungen finden sich in den nachstehenden drei Tabellen aufgestellt:

Tabelle

der Belastung, die der Fuss eines gemeinen Pfeilerschaftes des Viaducts zu tragen hat.

Art der Massen.	Es ist belastet der Fuss des Schaftes.	Es ist belastet der Quadratcentimeter.	Gewicht des Cubikmeters.	Gewicht, womit der Quadratcentimeter belastet ist.
	C.Meter	C.Meter	mittl. Gew. Kilogr.	Kilogr.
Masse des Gewölbes, wie in der vorstehenden Tabelle	417,97	0,001640	2006	3,29
Gewöhnliches Mauerwerk des Schaftes	190,89	0,000749	2241	1,68
Werksteinmauerung des Schaftes	43,69	0,000171	2435	0,42
Summen	653,55	0,002560	2105	5,39

Die untere Grundfläche des Schaftes hält 9,80 Meter Länge, 2,60 Meter Breite, daher 25,48 Quadratmeter oder 254800 Quadratcentimeter Fläche.

Tabelle

der Belastung, welche der Béton am Fusse derjenigen Pfeiler zu tragen hat, deren Sockel 4,03 Meter Höhe hat.

Art der Massen.	Es ist belastet die Masse des Bétons.	Es ist belastet der Quadratcentimeter.	Gewicht des Cubikmeters.	Gewicht, womit der Quadratcentimeter belastet ist.
	C.Meter	C.Meter	mittl. Gew. Kilogr.	Kilogr.
Masse des Gewölbes und des Schaftes, wie in der vorstehenden Tabelle	653,55	0,001887	2105	3,96
Das gewöhnl. Mauerwerk des Sockels	92,54	0,000268	2241	0,60
Werksteinmauer des Sockels	30,03	0,000087	2435	0,21
Summen	776,12	0,002242	2128	4,77

Die Basis des Pfeilers hat 10,64 Meter Länge, 3,25 Meter Breite und 34,58 Quadratcentimeter Fläche = 345,800 Quadrat-Centimeter.

Tabelle

über die Belastung des Terrains unter der Sohle der Bétonmassen von 5 Meter Höhe.

Art der Massen.	Es ist belastet die ganze Fläche der Fundamentsohle.	Es ist belastet der Quadratcentimeter.	Gewicht des Cubikmeters.	Gewicht womit der Quadratcentimeter belastet ist.
	Cub. Met.	Cub. Meter	mittl. Gew. Kilogr.	Kilogr.
Masse des Gewölbes und des Pfeilers, wie in der vorstehenden Tabelle	776,12	0,001020	2128	2,17
Béton	379,78	0,000500	2200	1,10
Summen	1155,90	0,001520	2151	3,27

Die Basis des Bétons hat 14,4 Meter Länge, 541 Meter Breite und an Fläche 75,96 Quadratmeter oder 759,564 Quadratcentimeter.

Nach der letzten Tabelle ist der Boden unter der Bétonlage von 5 Meter Dicke einem Druck von 3 Kilogr. 27 Decagr. auf den Quadratcentimeter ausgesetzt. Es ist jedoch zu beachten, dass ein Theil dieser Belastung in's Gleichgewicht gestellt wird, durch den Druck der Bodenschichten, die seitwärts an den Béton und die ersten Mauerschichten anliegen. Diese Schicht von 6 Meter Dicke wiegt ungefähr 1500 Kilogr. pr. Cubikmeter und übt auf die innere Schicht einen Druck von 0,90 Kilogr. pr. Quadratcentimeter. Im Wasser ist dieser Druck geringer, angenommen, dass ein Theil der Erdschicht durch Wasser vertreten wird.

Zweites Capitel.

Anwendung der Werkplätze am Viaduct; verschiedene Verfahren bei der Aufführung.

Legung des Bétons, Apparat zum Giessen. Vor der Legung des Bétons zur Grundlage war das Material dazu auf gewöhnlichen Wagen auf den Bauplatz geschafft worden. Der Béton wurde, wie gewöhnlich, mit eisernen Krücken und Schaufeln auf Bohlentennen bereitet.

Ein Theil des Bétons wurde von dem Werkplatze in Kummtkarren zu den Ausgrabungen des Grundes geschafft, der andere durch Kippkarren auf einer, nach der Achse des Viaducts gelegten, Schienenbahn zugefahren.

Den trocken eingebrachten Béton warf man unmittelbar in die Ausgrabung, theils mittelst Kummtkarren, theils mit Kippkarren; er wurde verglichen und leicht gerammt.

Der angemachte Béton wurde nach folgendem Verfahren (Fig. 1, 2, 3, 4, Taf. 5) unter Wasser gebracht: man begann damit, die Ausgrabung mit einer Bohlendecke zu überdecken. Die Bohlen lagen quer über den Fundamentgraben und ihre Enden auf den Holmen der langen Seiten, die durch Grundpfähle und Bohlen getragen wurden. Bei der Anlage dieser Tenne sparte man zwischen den Bohlen an dem einen Ende der Ausgrabung eine Oeffnung zum Einschütten des Bétons. Diese Oeffnung war so lang, als die Breite des Grabens und gegen 65 Centimeter breit, und konnte weiter verlegt werden, sowie die Einfüllung fortschritt.

Ueber dieser Oeffnung stand ein leichter Haspel von 8 Centimeter starkem Holze und mit einer Welle von 10 Centimeter Durchmesser; mit ihm wurde der Béton in einem Kasten von 0,10 Cubikmeter Inhalt hinabgelassen, dessen Enden an der Welle mit zwei Seilen befestigt waren, die das Herablassen und Aufwinden beliebig gestatteten. Um den Béton auf den Grund des Wassers auszuschütten, genügte es den Fuss auf eine dritte Leine zu setzen, wovon das eine Ende auf den Bohlenboden frei lag, das andere in einen Ring an der Seite des Kastens geknüpft war, so dass dieser im Hinabsteigen kippen musste. Ein Holzstück, welches an der Höhe des Haspelgestelles festgemacht war, und gegen die Mitte der Welle nach Belieben angedrückt werden konnte, diente als Bremsvorrichtung, um die Geschwindigkeit zu mässigen.

Der Kasten war im Boden durchlöchert, damit das Wasser austreten konnte; er hatte folgende Abmessungen:

	Meter.
Obere Breite, aussen gemessen . . .	0,55
Untere Breite – –	0,33
Obere äussere Länge	1,06
Untere äussere Länge	1,06
Aeussere Höhe	0,28
Bretstärke	0,03
Winkeleisen zum Zusammenhalten der Seiten	0,03 auf 0,006
Dergleichen, welche den Boden zu befestigen und die Seilhaken zu bilden hatten . .	0,04 auf 0,006

	Meter.
Innere Weite der Seilhaken	0,03
Stärke des Rundeisens zu den Ringen an den Enden der Kästen	0,015
Stärke des Rundeisens zu dem Ring in der Mitte des Kastens	0,012

Das Holz, welches das Gestell des Haspels machte, wurde durch Zapfen ohne Anwendung von Eisen verbunden.

Die Zapfenlager der Welle sind schwalbenschwanzförmig in die Ständer eingelassen. Das Gestell hat einen freien Raum von 1,3 Meter Länge und 65 Centimeter Breite für den Durchgang des Kastens. Die Maschine ist sehr leicht und kann ohne Beschwerde versetzt werden, ist bequem zu handhaben und wenig kostspielig. Durch Vermehrung der Kästen und Haspel kann ein gemessener Raum mit einer grossen Masse Béton in kurzer Zeit ausgefüllt werden.

Anlage der Werkplätze während der Aufführung des Mauerwerks. Schienenwege. Fig 7, Taf. 3 zeigt den Situationsplan mit den Anlagen zu Ausführung der Mauerwerke. Einen Theil dieses Plans in grösserem Massstabe sieht man auf Tafel 1, der zugleich eine allgemeine Ansicht des Viaducts in dem Moment giebt, wo die Arbeiten in den verschiedenen Stufen des Fortschrittes waren.

Ein Schienenweg *AB* (Fig 20, Taf. 3) zur Rechten des Viaducts und in *A* in ein anderes Schienengleis auslaufend, welches zu den Steinbrüchen von la Brosse und la Girarderie führt, diente in'sbesondere zu Herbeiführung der rohen Bruchsteine. Diese Bahn war auf der Krone eines Dammaufwurfs von durchschnittlich 2 Meter Höhe gelegt, der aus den Ausgrabungen der Fundamente gewonnen ward. Die Lage dieses Weges erleichterte das Abladen der Steine und gestattete, einen grossen Vorrath herbeizuschaffen.

Zwei andere Schienenbahnen lagen links. Die, den Mauerarbeiten zunächst liegende Bahn *CD* diente in'sbesondere zu Herbeischaffung des Mörtels, der behauenen Quadern zu der äussern Verkleidung und einer geringen Anzahl der Werkstücke. An dem Ende *D* schloss sie sich einem Doppelgleise an, welches die An- und Abfuhr zu den Mörteltennen vermittelte, und an dem Ende *C* lief sie in die Bahn aus, die zu den Steinbrüchen führte.

Die Bahn *CEFD* war vorzugsweise zur Beifuhre der Werkstücke bestimmt; sie verband sich in der Mitte des Viaducts mit der Bahn *CD*, um den Dienst der Wagons zu erleichtern und den Uebergang über den Fluss zu bewerkstelligen und stand an dem Endpuncte *C* in Verbindung mit der Bahn nach den Brüchen. Während des Winters des letzten Arbeitsjahrs wurde diese Strecke der Seite *D* bis an die Sandgruben von la Piéterie verlängert.

Die eine Seite der Strecke *CEFD*, die dem Viaduct abwärts lag, wurde von da ab zu Beischaffung der Werkstücke nicht mehr gebraucht und zu einem Dépôt von 8000 Cubikmeter Sand benutzt, der zu den Bétons in den Gewölbwinkeln und zur Füllschicht auf der Bahn nöthig war.

Dieser Vorrath wurde gänzlich in dem Winter angefahren, welcher der letzten Bauzeit vorherging.

Die Mörtelwagen, die in diesem Zeitraume überflüssig waren, sowie die Pferde und das Personal fanden dadurch eine zweckmässige Beschäftigung.

Die Werkstücke aus den Brüchen von Athée, Corméry etc., — Plätze, die zu entlegen sind, um auf den Plan Taf. 3, Fig. 7, aufgenommen zu sein, — wurden auf gewöhnlichen Wagen herbeigeschafft.

Sie wurden fast sämmtlich in der Nähe der Endpuncte des Viaducts abgeladen, da der Boden des Thales zu sumpfig und für schwer beladene Wagen fast unzugänglich ist.

Der Schienenweg aus den Steinbrüchen. Die Bahn, welche den Viaduct mit den Brüchen verband, stieg in den Windungen des Baugéthals auf, erreichte zuerst die Brüche von la Girarderie und dann die von la Brosse, nach einer Steigung von 41 Meter über dem Thalgrunde des Indre. Ihre Neigung war verschieden, überstieg jedoch nicht 2 Centim. auf 1 Meter. Der kleinste Curvenradius war 100 Meter.

Die Bahn war eine einfache und überschritt 16 Gräben von verschiedener Breite mit Hülfe von hölzernen Brücken. Die wichtigste dieser Brücken war schräg über einen breiten Bach geführt und hatte gegen 15 Meter Länge. In der Mitte dieser Bahnstrecke musste das Gleis unter der Eisenbahn von Tours nach Bordeaux weggeführt werden, wozu eine schiefe Brücke von 40 Meter Länge und ungefähr 2 Meter Breite nöthig ward. Es führten über ihr Niveau 12 Vicinalwege und die Strasse von Tours nach Mont. Die höchste Auffüllung betrug 1 Meter, die tiefste Ausgrabung 3 Meter, jedoch nur auf einer Länge von 7—8 Meter. Im Allgemeinen zog sich die Bahn auf dem Boden fort oder hielt

sich in 40—50 Centim. Aufhöhung oder Vertiefung gegen das natürliche Terrain.

Bei dem Ausgange an den Brüchen theilte sich die Bahn in mehre Abzweigungen, die nach den Fortschritten der Ausbeutung verändert wurden.

Das Material, welches abgelegenen Brüchen, wie aus *P*, entnommen wurde, fuhr man auf gewöhnlichen Wagen nach dem Aufladeplatze.

Verfahren zum Abstecken der Bahncurven, ohne die Ordinaten zu berechnen. Zum Abstecken der Curven, welche die in sehr stumpfen Winkeln gebrochenen geraden Bahnlinien verbinden, hat man sich einer empirischen, aber sehr zweckmässigen Construction bedient. Dieses Verfahren macht die Aufnahme des Winkels entbehrlich, schliesst jede Berechnung aus und giebt demungeachtet ein hinreichend genaues Resultat.

Fig. 6, Taf. 3 seien *AB* und *BC* die geradlinigen Alignements, die durch eine Curve zu verbinden sind. Man bestimmt nach Willkür die beiden Tangenten *Bd* und *Be*, giebt ihnen aber eine gleiche Länge, zieht die Gerade *de*, misst die Normale *Bf* und giebt dem Pfeil *fg* deren Hälfte zur Länge. Hierauf zieht man die Geraden *gd* und *eg* und errichtet in Mitten derselben die Normalen *hi* und *kl*, die man gleich $\frac{1}{4}$ *fg* macht. Die Puncte *d, i, g, l* und *e* sind fünf Puncte der gesuchten Curve. Sodann zieht man die Geraden *di, ig, gl* und *le*, errichtet in der Mitte von jeder eine Normale, der man den vierten Theil von *hi* oder *kl* zur Länge giebt, woraus vier neue Puncte der Curve entstehen. Fährt man so fort, so ergeben sich soviel Puncte, als man zu Beschreibung der Curve für nöthig hält, während man stets dem neuen Pfeil eines Bogens ein Viertel des Pfeils von dem doppelten Bogen zur Länge giebt.

Die durch dieses Verfahren erhaltene Curve ist wenig von einem Kreisstücke abweichend, in dessen Ende zwei, mit den Alignements parallele Linien tangiren. Diese beiden Linien sind wahre Tangenten des Bogens, den Alignements aber so nahe, dass letztere in der Praxis dafür genommen werden können, sobald der Bogen nicht mehr als 25—30 Grad hält. Das angegebene Verfahren besitzt sonach nicht eine mathematische Schärfe, welches vorzüglich seinen Grund darin hat, dass man zu Anfang der Operation als Länge des Pfeils zu dem ganzen Bogenstücke der Verbindung die Hälfte von der Mitte der Sehne nach dem Durchschnittspuncte der Alignements annimmt, während die wirkliche Länge etwas geringer ist.

Es würden, z. B., zwei Tangenten von 21,256 Meter, die einen Winkel von 156 Grad einschliessen, zu ihrem Verbindungsbogen der Berechnung nach ein Kreisstück von 24 Grad, eine Sehne von 41,582 Meter und einen Pfeil von 2,185 Meter haben.

Nach obigem Verfahren wird dieser Pfeil aber 2,209 Meter gemacht, ist sonach um 0,024 Meter zu gross.

Nehmen wir ein anderes Beispiel, wo zwei Tangenten von 212,556 Meter, die einen Winkel von 156 Grad einschliessen, durch einen Bogen von 1000 Meter Radius verbunden werden sollen.

Durch Berechnung ergiebt sich die Sehne = 415,823 Meter und der Pfeil = 21,852 Meter.

Nach der obigen practischen Methode würde der Pfeil 22,096 Meter, also um 0,244 Meter zu gross werden.

Man sieht aus diesen Beispielen, dass die erste Operation des angegebenen Aufzeichnens der Curve bei sehr stumpfen Winkeln eine Differenz giebt, die in dem Calcul bemerklich scheint, die auf dem Terrain, namentlich bei Hülfsbahnen, jedoch nicht beachtet zu werden braucht *).

In Betreff der zweiten Operation der Curvenverzeichnung, deren Aufgabe ist, den Pfeil eines Bogens zu bestimmen, indem man das Viertel des Pfeils eines doppelten Bogens nimmt, so ist sie hinreichend genau, um sie an grossen Schienenwegen auf Kreisbögen, die unter 30 Grad halten, anwenden zu können. Man wird diese Behauptung in folgenden Beispielen bestätigt finden.

Es sei ein Kreisstück von 24 Grad und einem Halbmesser von 1000 Meter gegeben, die Sehne ist 415,823 Meter, der Pfeil 21,852 Meter; man soll den Pfeil des halben Bogens, von 12 Grad, bestimmen.

Nach dem gegebenen graphischen Verfahren ist dieser Pfeil

$$= \frac{21,852}{4} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad = 5,463 \text{ Meter}$$

Die Berechnung dagegen giebt = 5,478 -

Folglich Differenz = 0,015 Meter.

*) Will man diese Methode bei Verbindungen befolgen, deren Alignements einen weniger stumpfen Winkel bilden, so hat man den ersten Pfeil um einen verhältnissmässigen Theil zu verkürzen.

Die Rechnung ergiebt die Sehne dieses Bogens zu 209,057 Meter *).

Dieser Irrthum von 0,015 Meter bei einem Pfeil von 5,478 Meter, dessen Sehne 209,057 Meter, ist geradezu indifferent. Die noch so geschickteste Tracirung enthält immer grössere Differenzen als diese.

Als zweites Beispiel soll ein Kreisbogen von 12°, einem Halbmesser von 1000 Meter, der Sehne = 209,057 und dem Pfeil = 5,478 Meter gegeben sein; es soll der Pfeil des halben Bogens, also von 6°, gefunden werden.

Der Werth dieses Pfeils nach dem graphischen Verfahren ist

$= \frac{5,478}{4}$ Meter . . . 1,369 Meter.

Die Rechnung ergiebt . . . 1,370 -

Differenz 0,001 Meter.

Die Sehne des Bogens von 6° ist 104,672 Meter.

Man sieht, wie nichtsbedeutend diese Differenz (von 4,59 Linien preuss.) bei einem Bogen von solcher Länge ist.

Bei dem Verfolge der Operation auf Bögen von 3°, 1,5° etc. finden sich die Pfeile 0,342 Meter, 0,086 Meter etc., die noch nicht die Differenz 0,001 gegen die Rechnungsresultate erreichen.

Dieses Mittel die verschiedenen Puncte eines Bogens abzustecken, bei dem drei durch gleiche Zwischenweiten getrennte Puncte bekannt sind, und dessen Halbmesser man nicht kennt, ist ungemein bequem auf dem Bauplatze.

Länge und Breite des Schienenwegs; Zeit der Ausführung. Die Hülfsbahn, die von den Steinbrüchen nach dem Viaducte führte, hatte eine Länge von 5300 Meter, ohne die Abzweigungen oder doppelten Gleise. Alle diese eingerechnet, betrug die Länge 8400 Meter in den Krümmungen gemessen.

Die Breite des Gleises zwischen den Schienen war 82 Centimeter. Diese Zweigbahn ist in 27 Tagen angelegt worden; die Verästungen legte man später nach dem zeitlichen Bedarfe. Der Entreprise-Contract bestimmte dem Entrepreneur eine Darleihung von 4000 Meter Schienen, die zu einer Strecke von 2000 Meter Bahn ausreichten. Der übrige Theil des Weges ist mit Schienen von 6 Centimeter Breite und 15 Millimeter Dicke angelegt worden, die auf Querschwellen hochgestellt und durch Keile in Einschnitten gehalten waren. Zu den Schwellen wurde Fichtenholz verwendet und ihr Abstand von Mitte zu Mitte betrug 70—75 Centimeter (Fig. 5 und 7, Taf. 5).

Karren zum Transport der Werkstücke und Bruchsteine. Der Schienenweg nach den Steinbrüchen förderte täglich 150 Cubikmeter Material. Diese Zufuhren an Werk- und Bruchsteinen geschahen auf flachen Karren mit Seitenwänden, die beliebig abgehoben werden konnten, wenn es das leichtere Auf- und Abladen erforderte. Ein solcher Karren ist auf Taf. 5, Fig. 5, 5, 6, 7 und 8 gezeichnet.

Zwei Langbäume *a* und *b* (Fig. 6), die durch Querhölzer *c*, *d* und *e* verbunden und verbolzt sind, machen das Hauptgestell des Karrens. Die gusseisernen Büchsen, worin die Radachsen laufen, sind durch Bolzen an die Langbäume *a* und *b* befestigt, so dass die Bolzenköpfe unten an den Nabenflügeln liegen, die Schraubenmuttern über den Langbäumen sitzen. Bei umgekehrter Disposition würde das Oel der Büchsen sich in die Schrauben ziehen und das Aufdrehen der Muttern veranlassen.

Die Räder haben 60 Centimeter Durchmesser.

Bohlen, auf die Querhölzer genagelt, machen den Boden des Karrens. Die Seitenwände bestehen aus Bohlen, welche an abgerundete Hölzer, Leiterhölzer, genagelt sind; diese aber sind mit dem einen Ende in eiserne Bügel, wie bei den gewöhnlichen Leiterwagen, eingesetzt.

Einige Karren waren zum Bremsen eingerichtet. Die Anzahl der Karren belief sich auf 45, wovon 8 oder 9 immer in Reparatur waren. Ein jeder wurde beladen, zur Winterzeit mit 1 Meter 25 Centimeter Bruchsteinen oder mit 80 Centimeter Werkstücken und im Sommer mit 1 Meter 50 Centimeter Bruchsteinen oder 1 Meter Werkstücken.

Der Transport geschah durch Pferde; jeder Zug bestand aus 8—9 Wagen, wovon zwei mit Bremsen versehen waren. Es befanden sich gewöhnlich vier Züge im Gange, die aber nur drei Mal täglich hin- und zurückfahren und auf- und abladen konnten.

Mörtelkarren (Taf. 5, Fig. 9 und 11). Die Räder von 60 Centimeter Durchmesser sind wie bei den vorbeschriebenen Karren eingerichtet. Die Langbäume werden durch Querhölzer *d*, *d* verbunden, die so weit auseinander liegen, dass der Kasten zwischen ihnen durchgehen und sich bei'm Abladen des Mörtels

*) Die Sehne eines Bogens A ist gleich $2\ Sin\ \frac{A}{2}$; der Pfeil des Bogens A ist $Sin\ vers\ \frac{A}{2}$.

an das eine anlehnen kann. Auf den Querhölzern *d, d* sind durch Schraubenbolzen die *f f* befestigt, die Frösche wieder ein mit ihnen verbolztes Querholz tragen.

Die Holzstücke *g* und *h* gehören zu dem Kasten; das erste ist an jedem Ende mit einem eisernen Bügel umgeben, an dem eine Oese mit einem durchbohrten, auf dem Frosche festen, gelochten Zapfenlager ein Charnier bildet.

Die Stücke *g* und *h* sind mittelst Schraubenbolzen an drei Lagerhölzer *i, i, i* verbunden, worauf der Boden des Kastens liegt. Die Kastenwände *k, k* bestehen aus Bohlen, welche durch Bolzen zusammengehalten werden. Diese Bolzen gehen der ganzen Höhe nach durch die Bohlen und noch durch zwei der Lagerhölzer *i*. Der Hintertheil des Kastens wird allein durch Winkelbänder verbunden; die Klappe ist oberhalb mit Charnier befestigt, öffnet sich unterhalb und wird durch zwei Klinken zugehalten. In horizontaler Lage halten den Kasten Beschläge, die an den Hölzern *e h* fest sind.

Die Bremsvorrichtung besteht in einem Holzstück *a*, welches im Puncte *b* an einem Bolzen beweglich ist und in *c* einen hölzernen Klotz hat, welcher gegen die Radfelgen presst. In Fig. 9 sieht man die Lage der Bremse, wenn sie ausser Thätigkeit ist, in den punctirten Linien. In dieser Lage muss die gehobene Bremsstange auf dem Frosche ruhen.

Es sind 15 dergleichen Wagen zu dem Dienste am Bau des Viaducts gebraucht worden; man belud sie im Mittel nur mit 1 Cubikmeter Mörtel, wiewohl sie mehr fassen konnten, damit der Verlust bei'm Fahren vermieden werden sollte; zumal da es schon unmöglich war, die Klappen so hermetisch zu schliessen, dass nicht Mörtel durch die Fugen drang. Diesem letztern Verlust suchte man dadurch zu begegnen, dass man unter jede Thür eine Art Krippe *P* mit Draht aufhing, wenn sich der beladene Wagen in Gang setzte, und sie bei der Ankunft entleerte.

Schienenwege nach den Mörteltennen. Die Bahn *CD* stand, wie gesagt, an der Seite *D* mit einer doppelten Bahn im Zusammenhange, die unter die Mörteltennen führte. Diese Doppelbahn und die Tennen sind auf Taf. 1 dargestellt. Die Karren wurden durch Pferde gezogen, kamen auf der Strecke *CD* leer zurück, folgten der Gleisrichtung für leere Wagen, gingen in einen Tunnel unter den Mörteltennen und hielten auf der Weiche für leere Wagen.

Von hier aus wurden sie nach und nach durch Arbeiter in den Tunnel auf die Bahn für beladene Wagen unter die Tennen geschoben. Zu Erleichterung dieser Bewegung hatte man der Weiche eine geringe Neigung gegeben. Der Mörtel fiel unmittelbar von den Tennen in die Wagen und, wenn sie gefüllt waren, so führten Pferde sie auf der Strecke für volle Wagen und dann auf der Bahn *CD* nach den Bauplätzen.

Die Pferde, welche die leeren Wagen zu den Mörteltennen fuhren, fanden daselbst bereits beladene Wagen vor, mit denen sie unmittelbar nach den Bauplätzen abgingen. Der Mörtel wurde längs der Baustelle auf Bretterböden abgeladen.

Mörtelbereitungstennen. Die Göpel zur Bereitung des Mörtels lagen beisammen an einem Ende des Viaducts. Die Beweggründe dieser Vereinigung waren folgende:

1) Der Sand gelangte von dieser Seite her zu dem Bau und wurde in geringer Entfernung gegraben. Hierdurch wurde nicht allein der Vortheil einer leichten Versorgung der Mörtelplätze erlangt, sondern auch der doppelte Transport des reinen Sandes, dann des Mörtels vermieden.
2) Die vereinigte Lage der Göpel ziemlich mitten in den Sandgruben machte die Anwendung von Schienenwegen einfacher.
3) Der Kalk wurde auf das linke Ufer des Flusses wohlfeiler, als auf das rechte geliefert, weil die Wege auf diesem schlecht waren.
4) Endlich verringerte die Zusammenlegung der Mörtelmaschine auf einen Punct die ersten Anlagekosten, erleichterte die Beaufsichtigung und gestattete, die Handarbeiten zum Wasserholen, Kalklöschen, Mörtelmischen etc. sehr ansehnlich zu vermindern. Die Werkstätte zur Mörtelbereitung war folgendermassen geordnet. (Siehe Taf. 1 rechter Hand an dem südlichen Landpfeiler.)

Vier Mörtelmaschinen, von der Art, die unter dem Namen „Walzwerk" *(broyeur)* bekannt ist, lagen in einer Linie, 10 Meter auseinander, über dem kleinen Tunnel, der zum Durchgange der Mörtelkarren vorgerichtet war. In der Zeit, wo die Maurerarbeiten auf das Eifrigste betrieben wurden, konnten drei Göpel genügend fördern; der vierte war als Reserve aufgestellt, wenn einer durch Zufall gehemmt war.

Jede Maschine wurde durch ein Pferd in Bewegung gesetzt, welches man alle zwei Stunden wechselte. Kleine, runde Schirm-

dächer, die weder die Pferde noch die Spanndeichsel einschlossen, schützten die Mörteltennen gegen Sonne und Regen.

Linker Hand der Maschinen, in Osten, befand sich der Sandvorrath. Der Hauptdépôt, der bei'm Beginn der Mauerung 5000 Cubikmeter hielt, war zur Reserve bestimmt und wurde nur dann angegriffen, wenn andere Dienstbedürfnisse das regelmässige tägliche Quantum anzufahren verhinderten. Im Nothfalle wurden nämlich Pferde von den Sandkarren zu zufälligem Bedarfe verwendet; dagegen aber wieder die Gespanne, welche anderwärts disponibel wurden, der Sandanfuhre zugewiesen. Dadurch beschränkte sich der Bedarf der Pferde auf ein Minimum, ohne dass die Arbeiter an Zeit verloren.

Die tägliche Sandanfuhre wurde den Maschinen möglichst nahe abgeladen und der geräumte Platz wieder neu aufgeschüttet.

Im Westen der Göpel befanden sich 18 Bassins zum Kalklöschen, deren jedes 3 Meter lang, 2 Meter breit und 60 Centimeter tief war. Diese Behälter waren in dem Boden ausgegraben und mit Tannen- oder Pappelbretern ausgeschalt. Die Bodenbreter waren auf Lagerhölzer, von gegen 3 Centimeter Dicke und 10—15 Centimeter Breite, genagelt; die Seitenbreter waren an eingeschlagene Pfähle geschlagen und mit Letten hinterfüllt. Der Zwischenraum zwischen zwei Bassins betrug 30 Centimeter.

Ein einziges Schutzdach bedeckte alle Kalkgruben, welches nach Osten, zur Seite der Göpel, stets offen blieb; von Westen her wurde es bei Regenwetter durch bewegliche Bretwände geschlossen und nur stellenweise, wenn der Dienst es forderte, geöffnet.

Man sieht, dass die Gruben zu dem eingelöschten Kalk, in Bezug zu den Göpeln, so gelegt waren, dass sie gegen Regen geschützt werden konnten, ohne die Mörtelbereitung zu verzögern.

Bei der Ankunft der Kalkwagen wurde der Kalk, soviel als thunlich, unmittelbar in die Grube abgeladen; der Ueberschuss aber in einen Schuppen zur Seite der Bassin gebracht, von wo aus die Beischaffung leicht geschehen konnte. Dieser Vorrathsschuppen war 12 Meter lang und 6 Meter breit. Man hielt in ihm stets auf einen Vorrath von 60—70 Cubikmeter an Kalk, damit die Arbeit nicht in's Stocken geriethe, wenn die Zufuhren, die, wie bemerkt, 40 Kilometer zurückzulegen hatten, nicht regelmässig erfolgten.

Im Süden des Kalkbassins und mit ihm in einer Linie befanden sich zwei Brunnen, 15 Meter auseinander, welche Entfernung durch das Wasserförderungssystem bedingt wurde, wovon wir bald weiter sprechen werden. Zwischen den Brunnen standen mehre grosse Fässer, unter sich und mit den Wasserkufen vor den Brunnen in Verbindung. Diese Gefässe enthielten einen Wasservorrath von 6000 Liter zum Kalklöschen und Sandanfeuchten. Eine unterirdische Bleiröhre leitete es beliebig zu den Kalkgruben.

Die Anordnung auf dem Bauplatze gestattete die Bereitung des Mörtels mit sehr wenig Leuten. Die Handdienste wurden dadurch auf ein Kleinstes reducirt; der Sand, Kalk, das Wasser waren in der Nähe der Göpel und langten nach Bedürfniss an, nachdem sie den kürzesten Weg zurückgelegt hatten; der Mörtel fiel direct von den Tennen in die Karren und ersparte das Aufladen.

Vorrichtung zur Wasserförderung (Fig. 12—16, Taf. 5). An jedem Ende einer Kette, die über Rollen *a* und *b* des Brunnens Nr. 1, *a'* und *b'* des Brunnens Nr. 2 läuft, sind die Tonnen *c* und *c'* befestigt, welche an zwei Laufruthen vertical in die Tiefe gehen.

Sobald das Pferd an dem Puncte *f* der Kette nach den Brunnen Nr. 1 vorschreitet, steigt die Tonne *c'* gegen die Scheibe *b'* zwischen den Laufruthen. Da aber die Tonne mit dem obern Rande in *f* an ein Seil befestigt ist (Fig. 13), welches mit dem andern Ende unten in dem Brunnen angeknüpft und schicklich abgemessen ist, so kippt sie in der Höhe und giesst das Wasser in eine Kufe am Rande des Brunnens. Bei dem Brunnen Nr. 1 angelangt, wendet das Pferd nach einer kurzen Rast um und geht den Weg zurück nach dem Brunnen Nr. 2; alsbald kommt die Tonne *c* gefüllt zu Tage und stürzt ihr Wasser ebenso aus, wie es bei der Tonne *c'* geschah. Dieses Manöver wird nun fortgesetzt, so lange als Wasser nöthig ist.

Das Detail einer Tonne ist in Fig. 15 und 16 zu sehen. Jede Tonne könnte gegen 70 Liter Wasser aufnehmen; da sie sich aber gewöhnlich nicht ganz füllt, so kann man durchschnittlich nur 50 Liter rechnen, die sie bei jedem Hube ausgiesst. Es liessen sich Tonnen von grösserem Gehalt anwenden, da ein Pferd bequem 70 Liter heben kann; es wurde aber die Quantität von 50 Liter angenommen, um dabei alte oder genesende Pferde anstellen zu können.

Vorrichtung zum Aufbringen der Materialien auf die Mauergerüste. Bei dem Bau des Viaducts zur atmosphärischen Eisenbahn von St. Germain sind keine Rüstungen gebraucht worden. Die Maurermaterialien wurden durch kleine Kraniche, die durch Pferdekraft bewegt wurden, auf die Mauern gehoben, wo auch die Kraniche aufgestellt waren.

Diese Anordnung führte zu grosser Ersparniss und förderte die Arbeit ungemein.

Es war natürlich, dass man diese Anstalten auch bei dem Indre-Viaduct annahm; nur machte der Umstand einige Abänderungen nöthig, dass jener Viaduct bloss von Quadern aufgerichtet war (bis auf die Plinthe, die durch eine besondere Vorrichtung aufgesetzt wurde), wogegen der Indre-Viaduct gegen 7000 Cubikmeter Werkstücke, mitunter von grossen Massen, enthält.

Bei jenem waren die grössten zu hebenden Lasten 80—100 Kilogrammen, bei letzterem übertrafen mehre 1200 Kilogrammen. In dem dritten Capitel sind die Kraniche, die man bei dem Viaduct von St. Germain angewendet hat, näher beschrieben.

Die Werkstücke, die in der Tagemauer des Indre-Viaduct zu versetzen waren, lassen sich in Bezug auf Grösse in zwei bestimmte Kategorien theilen. Die erste Classe begreift die Steine der Bandgesimse, welche die Pfeiler krönen und die der Platten unter der Brustmauer; die zweite Classe umfasst die übrigen zum Bau verwendeten Werkstücke. Die ersten dieser Lagen haben 50—52 Centimeter Höhe und ihr Inhalt ändert von 0,3—0,6 Cubikmeter; die zweiten haben 30—35 Centimeter Höhe oder Dicke und 0,10—0,25 Cubikmeter Inhalt, und sind durchschnittlich zu 0,15 Cubikmeter anzunehmen.

Diese bedeutende Verschiedenheit zwischen dem Steininhalt jeder Kategorie, nöthigte zu der ersteren stärkere Krahne als bei der letzteren zu nehmen.

Krahne zum Heben des kleinen Materials und der Steine von 0,1—0,25 Cubikmeter. Eine dieser Maschinen ist von der Seite in Fig. 1, Taf. 6 und von Vorn in Fig. 3, im Grundrisse in Fig. 6 dargestellt.

Ein lothrechter Baum *a*, dessen Fuss zwischen vier Schwellen *b*, *c*, *d*, *e* festgestellt ist, wird durch drei Strebebänder *f*, *g*, *h* in normaler Stellung gehalten. Alle Verbindungen sind durch Schraubenbolzen gesichert; überdiess wird das Band *h* noch besonders durch einen grossen Bolzen verstärkt, der, auf ihm liegend, oberhalb bei *a* durch den Baum, unterhalb durch eine unter den Schwellen *d* und *e* gelegene Eisenplatte geht. Ueber und an den Enden der Schwellen *b* und *c* sind mit Hülfe eiserner Bügel die hölzernen Lager *i* und *k* befestigt, deren Richtung parallel den Schwellen *d* und *e* ist. Am obern Theil ist der Baum *a* abgerundet, damit das Drehen des Kranicharms *l*, sowie das Aufbringen der eisernen Ringe *m*, um welche sich der Arm dreht und *n*, worauf das eine Ende des Arms ruht, möglich wird. Der Ring *n* wird nur durch die Kantenabsätze des Baums an der Abrundung gehalten.

Der Arm des Krahns, wovon Fig. 2 eine untere Ansicht zeigt, besteht aus zwei Stücken aneinander gebolzten Holzes, welche an dem einen Ende durch eine gusseiserne Pfanne *o* auseinander gehalten werden, durch welche ein Bolzen greift. Fig. 10 zeigt den Grundriss, Fig. 11 die Seitenansicht und Fig. 9 den Durchschnitt der Pfanne.

Das gegengesetzte Ende des Kranicharms wird durch eine Kette gehalten, die an einem eisernen verticalen Zapfen in dem Stirnende des Baums angehängt ist (Fig. 1). Der so aufgesteckte Arm dreht sich sehr leicht um den Baum, wenn die Reibungsflächen immer gut in Schmiere gehalten werden.

Zu Vermeidung der Friction des Kettenhakens auf dem Stirnende des Baums legt man eine starke Blechscheibe auf das letztere.

Der eiserne Zapfen wird durch vier angeschweisste Kreuzlappen, die an dem Stirnende des Baums herabgreifen, befestigt; durch zwei dieser Lappen geht ein Bolzen, der das Holz und den Fuss des Zapfens durchsetzt; oberhalb ist über die Lappen noch ein breiter Ring getrieben. Diese Befestigung ist unumgänglich nöthig, damit der Bolzen bei grossen Lasten nicht ausgewuchtet wird.

In *p* und *q* des Maschinenarms sind gusseiserne Rollen von 30 Centimeter Durchmesser angebracht. Die Achsen derselben drehen sich in gusseisernen Büchsen, welche Fig. 19 im Grundrisse, Fig. 20 im Längendurchschnitt und Fig. 21 im Querdurchschnitte abbildet. Die Büchsen sind am Schnabelende durch zwei Bolzen befestigt; die der Rolle *p* unmittelbar unter die Armstücke, die der Rolle *q* an eichene Holzstücke, die, scharf zwischen die Armhölzer eingepasst, verbolzt sind und mit dem einen Ende auf der Pfanne *o* ruhen.

Das Einölen der Rollenbüchse *p* geschieht durch eine kleine, durch das Holz gebohrte Oeffnung an der Seite des Arms, und

mittelst kleiner Löcher auf der obern Seite der Büchse dringt es zu den Zapfen.

Das Detail einer Rolle findet man in den Figuren 12 und 13. Der Krahn ruht auf dem Mauerpfeiler, mit dem er nur durch die Schwellen *d, e* und durch die Querhölzer *i* und *k* im Contact steht. Das Gegengewicht hält eine Kette *r*, die an einem Ende an die Schwellen *d* und *e*, am andern an einen in die Mauer getriebenen Bolzen, 1,50—2 Meter unter den Schwellen, gehakt wird.

Der so aufgestellte Krahn lässt zu, dass auf der ganzen Oberfläche der Mauer gearbeitet werden kann, bis auf die Stelle, wo er in unmittelbarem Contact mit ihr ist; man lässt daselbst einstweilen ein Stück von der Breite eines oder zweier Quadern liegen.

Ist dann die Versetzung von ein oder zwei Lagen Quadern oder einer Schicht Werkstücke über den Horizont dieser Stelle ausgeführt, so lässt man die Kette *r* etwas nach, hebt den Krahn über die neugemauerte Stelle und stellt ihn angemessen rechts oder links der Lücke auf. Diese Operation wird wiederholt, wenn wieder eine oder zwei Lagen Quadern aufgemauert sind.

In Fig. 4 und 5 sieht man die Befestigung der Kette. Sobald die Mauerhöhe so weit vorgeschritten ist, dass die Kette zur weitern Erhöhung des Krahns zu kurz wird, zieht man den untern Bolzen aus und schlägt ihn höher ein. Um diese Versetzung der Maschine zu erleichtern, legt man die Leiter, worauf die Arbeiter auf den Pfeiler steigen, zunächst des Bolzens gleich Anfangs an.

Sollen andere Materialien als Werkstücke hinaufgehoben werden, so stellt man sie auf eine Platte, die an dem Ende eines Seils hängt, legt dieses über die beiden Rollen des Krahnarms und über eine dergleichen am Fusse des Pfeilers, wo sie an einem lose zusammengenagelten, mit Steinen gefüllten Bretkasten festgemacht ist.

Die Platte ist in Taf. 1, Fig. 14 und 15 und der Bretkasten in Fig. 18 gezeichnet. Das Werkstück, wird nicht auf die Tragplatte gelegt, sondern unmittelbar an das Ende des Aufziehtaues mittelst Ketten oder Seile (Fig. 18) wie gewöhnlich angehangen oder mit Schleifknoten, wie Fig. 16, befestigt.

Ein oder mehre Pferde am freien Ende des Taues heben die Last durch Vorwärtsgehen. Oben angelangt wird das Werkstück mittelst einer Hülfsleine, die am Ende des Krahnarms angebunden ist, von einem Arbeiter über die Mauer herübergelenkt.

Jeder Pfeiler hatte seinen Krahn, zwei Handlanger und vier Maurer.

Bei dem Wölben der Bögen stellte man die Maschine auf den Scheitel der Lehrbögen, an das Ende der Schalung, und an den zweiten Lehrbogen mit Tauen angeschleift. Die Rundung der Bögen war durch hölzerne Unterlagen ausgeglichen, die man unter die Querhölzer *i* und *k* nagelte.

Sobald die Wölbung sich dem Schlusse nahete (Fig. 16), stellte man den Krahn auf die Mauerung, mit der sie nur durch die beiden Holzstücke *i* und *k* in Berührung kam, bis der Schlussstein eingebracht war. Die Schwellen *d* und *e* ruhten, nach der Ankerkette hin, mit ihrem Ende auf einem Stück Bohle, welches lothrecht auf der Schalung stand und durch einige Nägel in dieser Stellung gehalten wurde.

Bei'm Schliessen des Gewölbes wurde eine Oeffnung in der Mauerung gespart, um der Bindekette freien Durchgang zu lassen. Diese Oeffnung wurde erst geschlossen, wenn die Ausmauerung der Gewölbwinkel beendet und der Krahn überflüssig wurde.

Folgendes sind die Dimensionen der einzelnen Theile, woraus diese Vorrichtung bestand.

1. Hölzer.

	Meter.
Ganze Länge des Baums *a*	2,75
Derselbe in's Gevierte	0,25—0,25
Durchmesser des Halses am Ring *n*	0,24
Durchmesser am Stirnende	0,20
Länge der Schwellen *d* und *e*	3,35
Dieselben im Querschnitt	0,20—0,08
Länge der Schwellen *a* und *c*	3,40
Deren Querschnitt	0,15—0,08
Länge der Bänder *g* und *f*	2,25
Querschnitt derselben	0,10—0,08
Länge des Bandes *h*	2,00
Dessen Querschnitt	0,10—0,08
Länge des Krahnarms	2,50
Stärken der Hölzer desselben	0,15—0,08
Länge der Querhölzer *i* und *k*	0,70
Stärken derselben	0,15—0,10

	Meter.
Länge der Futterhölzer, unter denen die Büchsen befestigt sind	0,65
Stärken am dickern Ende derselben	0,15—0,09

2. Eisen.

Durchmesser der Bolzen, womit die Büchsen der Rollen angeschraubt sind	0,015
Durchmesser des grossen Bolzens auf dem Bande *h*	0,017
– aller übrigen Bolzen	0,015
Querschnitt der Ziehbänder, womit die Querhölzer *i* und *k* gehalten werden	0,01—0,03
Durchmesser der Kettenschalen im Eisen	0,014
NB. Diese Ketten wurden unter einer Last von 6000 Kilogrammen geprüft.	
Durchmesser des Eisens, welches zu den Kettenhaken und Ringen verwendet ist	0,025
Stärke des Eisens des Halsringes *n*	0,01
Desgleichen der andern Ringe	0,005
Durchmesser des Zapfens auf der Spitze des Baums	0,03
Desgleichen der Rollen	0,3
– der Rollenachsen	0,028

Der Krahn war von nordischer Tanne, mit Ausnahme der beiden Füllhölzer an der Rolle *q* zwischen den Armen des Krahns, die von Eichenholz waren. Der Kasten am Fusse der Mauer bestand aus gemeinem Tannenbret. Der Ständer, woran die Rolle angebracht war, hatte im Querschnitt 0,15 und 0,08 Meter Stärke; die übrigen Hölzer des Kastens waren 0,08 bis 0,12 Meter in's Gevierte.

Maschinen, die zum Aufbringen der Steine von 26 bis 60 Cubikmeter dienten. Die hierbei gebrauchten Krahne waren von den vorbeschriebenen nur in der grösseren Stärke mancher Theile verschieden und hatten vor ihnen einen Eisenbeschlag voraus, der die Steifigkeit des Baums verstärkte. Ein solches Beschläge zeigen die Figuren 7 und 8, Taf. 6.

Dieses Beschläge hat drei Schienen, die an dem obern Theile des Baums mit denselben Bolzen angeschraubt sind, welche den Beschlag der Spitze halten.

Diese Schienen gehen, an dem Baume anliegend, bis unter die Schwellen, wo sie durch eiserne Scheiben und Schrauben festgehalten werden. Oben an dem Halse sind sie platt geschmiedet, damit sie unter den Ringen *m* und *n* liegen können, ohne ein tiefes Einschneiden des Holzes nöthig zu machen.

Diese Maschine wurde in der Regel mit einem einfachen Kloben versehen, wie Fig. 17, Taf. 6 und Taf. I zwischen den Pfeilern Nr. 13 und 14 und denen Nr. 49 und 50 zu sehen ist.

Folgendes waren die Dimensionen des Krahns:

1. Hölzer.

	Meter.
Ganze Länge des Baums *a*	2,75
Stärke desselben	0,26—0,26
Durchmesser desselben an dem Halsring *n*	0,25
– an der Spitze	0,20
Länge der Schwellen *d* und *e*	3,35
Stärke derselben	0,23—0,15
Länge der Schwellen *b* und *c*	3,4
Deren Stärke	0,15—0,08
Länge der Bänder *g* und *f*	2,25
Stärke derselben	0,115—0,115
Länge des Bandes *h*	2,6
Dessen Stärke	0,115—0,115
Länge der Hölzer des Krahns	2,5
Deren Stärken	0,15—0,09
Länge der Querhölzer *i* und *k*	0,70
Deren Stärken	0,15—0,14
Länge der Einsatzhölzer, woran die Rolle *q*	0,65
Stärke am dicken Ende dieser Hölzer	0,15—0,095

2. Eisen.

Durchmesser der Bolzen, welche die Rollenbüchsen befestigen	0,015
Durchmesser des grossen Bolzens, der auf dem Band *h* liegt	0,018
Durchmesser aller andern Bolzen	0,015—0,017
Durchschnitt der Ringe, welche die Hölzer *i* und *k* befestigen	0,02—0,045
Durchmesser des Eisens von den Kettenschalen	0,014
NB. Die Ketten wurden durch eine Belastung von 6000 Kilogr. geprüft.	

	Meter.
Durchmesser des Eisens zu den Kettenhaken und Ringen	0,03
Stärke des Eisens zu dem Halsband *n*	0,015
- der andern Ringe	0,005
Durchmesser des Zapfens auf dem Ende des Baums	0,032
Durchmesser der Rollen	0,3
- der Rollenachsen	0,028
- des Beschlags am Baume	0,017
Durchschnitt dieser Schienen in dem geplatteten Theil am Gipfel des Baums	0,05—0,007
Durchschnitt der Stangen unter den Schwellen	0,06—0,02

Mittel, um die Wirkung einer Bremse auf das Seilwerk der Krahne hervorzubringen. Es trägt sich zu, dass etwas an dem Geschirre der Pferde reisst oder auch, dass ein Pferd fällt, wenn die Last auf eine gewisse Höhe gehoben ist. Diese Zufälligkeiten können, besonders bei grossen Steinen, bedeutende Folgen nach sich ziehen, wenn man kein Mittel hätte, ihnen zu begegnen. Bei dergleichen Zufällen schiebt ein Arbeiter einen Stein von 8 — 10 Centimeter Länge oder einen Knüppel im Punct *v*, Fig. 18, Taf. 6 zwischen den horizontalen Theil des Seils und die Rolle, der sich am Boden anstemmt.

Wenn das Pferd etwas zurückweicht, legt sich der Stock oder der Stein gegen das Holz, worin die Rolle läuft, so dass diese in ihrem Gange gehemmt wird; die Reibung in der Auskehlung der Rolle hält dann das Tau unbeweglich, und die Last, sei sie noch so schwer, bleibt in der Luft schweben, solange man will, und gestattet die Herstellung des Geschirres oder das Ausschirren des Pferdes. Bei'm Fortsetzen des Zugs lös't sich der, zwischen Rolle und Seil fest eingeklemmte Gegenstand von selbst und fällt heraus. Dieses sehr einfache Verfahren ist stets von gutem Erfolg gewesen und auch dem ungeschicktesten Arbeiter nie misslungen.

Einige Vorsichtsmassregeln. Die dem Zerbrechen am Meisten ausgesetzten Theile der Krahne sind die eisernen Haken. Man kann bei deren Anfertigung nicht sorgfältig genug verfahren und hat auf die Güte des Eisens grosse Aufmerksamkeit zu richten.

Die Zugbänder, welche die beiden Hölzer *i* und *k*, Fig. 1, 3, 4, Taf. 6 verbinden, verlangen ebenfalls grosse Sorgfalt; denn das Brechen eines derselben kann den Sturz des Krahns und in dessen Folge Unglück veranlassen. Jedoch ereignete ein solcher Zufall sich während des ganzen Baues des Viaducts nicht.

Wenn die Krahne in Thätigkeit sind, so haben die Arbeiter sich zur Rechten oder Linken auf die Mauer, nie aber auf die Schwellen zu stellen, so dass kein Unglück ihnen begegnen kann, wenn durch irgend einen Zufall der Krahn von der Mauer herabstürzt. Die Arbeiter am Fusse der Mauer müssen bei'm Aufwinden schwerer Steine sich etwas entfernt halten.

Versuche, an die Stelle der Taue Ketten zu setzen. Eine Ersparniss beabsichtigend, wurden Versuche mit Ketten anstatt des Seiles bei den Krahnen gemacht, und es würde eine bedeutende Kostensparung gemacht haben, wenn der Erfolg ein glücklicherer gewesen wäre, und würde eine starke Consumtion von Seilwerk vermieden worden sein.

Zum Versuche wurde ein Krahn auf ein Gerüst gestellt und ein Steinblock von 0,12 Cubikmeter, der ohngefähr 300 Kilogr. wog, mit Hülfe einer Kette gehoben. Bis zu der Spitze der Maschine gelangte der Stein unbehindert, aber in diesem Augenblicke, wo gewöhnlich ein Stoss erfolgt, weil die Pferde nicht augenblicklich stehen, brach einer der Haken, die den Krahnarm halten, und dieser und der Stein stürzten herab. Derselbe Versuch wurde mehrmals wiederholt, gab aber immer gleiche Resultate.

Nachdem die Zugkette durch ein Tau ersetzt worden war, hat das Beschläge allen Versuchen vollkommen widerstanden.

Woher diess doppelte Resultat: der Widerstand und der Bruch desselben Beschläges unter gleicher Last, bei'm Tau und bei der Kette? — Man muss es dem Mangel an Elasticität der eisernen Kette zuschreiben, während das Tau eine sehr grosse besitzt. In dem ersten Falle erzeugte das Werkstück, als es den Scheitel erreichte, einen heftigen Stoss, gleich dem eines Fallklotzes; in dem zweiten Falle wurde dieser Stoss theilweise durch eine momentane Ausdehnung des Taues aufgehoben. Dieses Motiv schien so überzeugend an dem Versuchskrahn, dass derselbe zum Modell bei allen andern genommen und während des ganzen Baues keiner Abänderung unterzogen wurde.

Anzahl der Krahne, die bei dem Bau des Viaducts verwendet wurden. Man stellte bei dem Bau 21 Krahne an; 15 zum Aufbringen der Materialien unter 0,25 Cubikmeter, und 6 zum Heben der Steine, die über 0,26 Cubikmeter enthielten.

Ein Drittel dieser Maschinen stand in der Regel still; sie waren jedoch nöthig, die Arbeiten schneller und mit Ersparniss zu betreiben. Besonders zeigte sich ihr Nutzen darin, dass man die Maurer von einem Puncte der Arbeit, wo die Materialvorräthe erschöpft waren, sofort an einem andern Puncte anstellen konnte, wo das Material in Ueberfluss war.

Lasten, welche mit Hülfe der Krahne durch Pferde gehoben wurden. Man würde sich in dem Glauben täuschen, dass die Kraft eines Pferdes bei'm Aufziehen der Last mittelst eines Krahns die gewöhnlich in den Berechnungen angenommene sei. Man setzt im Allgemeinen 70 Kilogramme für die Kraft eines Pferdes im Schritt, und wir haben 80, 90, 100, 125, ja selbst 250 Kilogramme heben sehen, nach Abzug von allem Verlust durch Friction und Steifheit der Seile. Einige der Pferde zogen, wenn auch nur zufällig, ganz allein einen Winkelstein von 0,1 Cubikmeter, der 250 Kilogramme wog *).

Diese Resultate können, bei dem ersten Anblicke, wohl als aussergewöhnliche scheinen, sie erklären sich jedoch dadurch, das die Kraft des Pferdes bei der Arbeit ohne Unterbrechung nur in der Dauer einiger Secunden wirkt, und dass ihr eine ziemlich lange Ruhezeit folgt **), die durch die Ablage auf die Mauer und die Befestigung einer neuen Last bedingt wird. Bei anhaltender Arbeit würde man dem Pferde weit weniger Last aufbürden können; da aber dessen Kraftanwendung hier eine intermittirende ist, so ist es von Nutzen, die grösstmögliche Kraft in Anspruch zu nehmen, wenn nur die Ermüdung des Pferdes am Ende des Tages nicht grösser wird, als eine gewöhnliche Arbeit sie herbeiführt.

Wenn der Krahn ohne Rollenzug arbeitete, so wurden die Materialien mit einer Geschwindigkeit gehoben, die der des Pferdes im Schritte gleich kommt, nämlich 90 Centimeter bis 1 Meter in der Secunde. Wenn dabei ein Flaschenzug angewendet wurde, so verminderte sich die Geschwindigkeit zur Hälfte und war 45 bis 50 Centimeter in der Stunde. Man brauchte sonach, um ein schweres Werkstück auf 21 Meter Höhe des Viaducts zu heben 42—47 Secunden und zu einem kleineren 20—123 Secunden.

*) Von den gebrauchten Werkstücken hatte der Cubikmeter 2500 Kilogramme Gewicht.

**) Gewöhnlich rechnet man, dass ein Pferd 175 Pfund auf 10800 pariser Fuss in einer Stunde fortziehen könne, welches ein Moment = 184000 giebt.

Der Uebersetzer.

Was die Zeit des Beladens und Abladens betrifft, so war sie sehr verschieden; sie wurde natürlicherweise auf das Minimum beschränkt. Wenn daher das Auf- und Abladen zuweilen mehr Zeit in Anspruch nahm, so ging diese auch auf den Spanndienst über; aber die 8—10 Arbeiter am Fusse oder auf der Mauerhöhe, deren Function mit dem Aufziehen der Last wesentlich verknüpft war, standen dennoch nicht müssig und wurden mit schicklichen Nebenarbeiten beschäftigt. Von den Pferden wurde verlangt, dass sie sich in's Geschirr legten, worauf ihnen Ruhe gegeben wurde; von den Arbeitern forderte man nicht aussergewöhnliche Anstrengung, aber regelmässige und stete Arbeit.

So wurde die Tageskraft eines Pferdes nicht verbraucht, diess war unthunlich bei deren Anstellung zum Materialaufbringen bei einer im Bau begriffenen Mauer, wenigstens ohne die Kosten der Handarbeit bedeutend zu vermehren; dagegen wurde die Menchenkraft verwendet. Die erstere kostete täglich 5 oder 6 Francs, die letztere 28 - 30 Francs.

An jeden Krahn wurden ein oder mehre Pferde angelegt, je nach dem zu hebenden Gewichte. Die Bruchsteine und der Mörtel wurden durch 1 Pferd auf die Pfeiler und durch 2 Pferde auf die Bögen gehoben. Im ersten Falle schwankte die Last zwischen 80—100 Kilogr., im zweiten zwischen 140—160 Kilogrammen. Die einem Pferde zugetheilte Last betrug sonach in dem zweiten Falle nur 70—80 Kilogrammen. Diese Differenz hatte ihren Grund darin, dass das Seil bei dem Aufziehen auf die Gewölbe länger, folglich schwerer als das bei den Pfeilern war; ferner gingen bei der Arbeit an letzteren die Pferde leer zurück, was bei den Gewölben nicht Statt fand.

Die auf die Gewölbe gestellten Maschinen waren paarweise durch ein einziges Seil gekuppelt, so dass dieselben Pferde, die eine Maschine auf dem Wege von Nord nach Süd, die andere auf dem Rückwege von Süd nach Nord in Gang setzten. Auf Taf. 1 sieht man diese Anordnung bei dem Aufbringen des Sandbétons zwischen die Pfeiler Nr. 18 und 22, sowie bei dem Aufführen der Gewölbe zwischen den Pfeilern Nr. 32 und 42.

Die Ecksteine, die 0,10 Cubikmeter hielten, wurden mitunter durch ein einziges Pferd aufgezogen; zuweilen geschah eine Beihülfe von einem, zwei oder drei Menschen, die einstweilen das Ankarren des Materials verliessen (Taf. 1, Pfeiler 56); in der Regel besorgten jedoch zwei Pferde das Aufziehen.

Die Anzahl der Ecksteine, die zu einem Pfeiler täglich verbraucht wurden, betrug nicht über 8 — 10, so hatte auch das Pferd täglich nur acht bis zehn Mal sich mehr anzustrengen; die übrige Zeit wurde es zu leichtern Arbeiten, wie zum Aufbringen von Bruchsteinen und Mörtel verwendet.

Die Werkstücke, welche die beiden vollen Lagen in Mitten der Pfeilerhöhe bildeten, hielten 0,10—0,20 Cubikmeter; sie wurden durch drei, mehre Stunden nacheinander arbeitende Pferde gefördert, die sodann zur Sandanfuhre und Bereitung des Mörtels angestellt wurden.

Das Heben der kleinen Wölbsteine von 0,11 Cubikmeter wurde, sowie das der Bruchsteine zu den Gewölben, durch zwei Pferde bewirkt; zu dem Aufwinden der grössern Wölbsteine von 0,15 Cubikmeter legte man noch ein Pferd vor. War in dem Augenblicke kein Pferd disponibel, so griffen eine Anzahl Arbeiter, die zur Steinbeschaffung angestellt waren, mit an das Seil.

Die Blöcke zu den Pfeilerkrönungen wurden, mit Ausnahme der vier Ecksteine durch vier Pferde, mit Hülfe einer einfachen Flasche gehoben; bei den 0,5 Cubikmeter haltenden Ecksteinen legte man ein Pferd mehr an.

Die Steine zur Krönungsplatte des Viaducts hoben 5 Pferde an einem einfachen Krahn. Sie wurden zur Höhe von 21 Meter gehoben, hielten 0,40 und 0,60 Cubikmeter und wogen zwischen 1000 und 1500, gewöhnlich 1250 Kilogramme. Das Aufziehen erfolgte in 42 — 47 Secunden; es bedurfte durchschnittlich 8 oder 9 Minuten, um den Block unterzurücken, anzubinden und auszulösen, so dass in der Stunde 6 Werkstücke oder ungefähr 3 Cubikmeter gefördert worden; demnach hob eine Maschine in 10 Arbeitsstunden 30 Cubikmeter mit Hülfe von 5 Pferden.

Bedenkt man den Zeitverlust, so scheint es, dass man zwei Maschinen, die eine nach der andern, durch das Gespann Pferde hätte betreiben können. Es waren aber die durch einen Krahn gehobenen Krönungsplatten mehr als zureichend zu dem Bedürfnisse der Arbeiter, und es hätte einer doppelten Abtheilung zur Herbeischaffung der Steine bedurft, die zu Zeiten nutzlos geworden wäre.

Hätte man dagegen die Schnelligkeit des Versetzens verdoppeln wollen, so würde nach wenig Tagen diese Abtheilung zum Versetzen ohne Arbeit gewesen sein und hätte den benachbarten Abtheilungen zugetheilt werden müssen, deren Arbeit weniger rasch ging.

Bei Ansicht von Taf. 1 werden sich diese Beweggründe deutlich zeigen; man wird finden, dass die verschiedenen Abtheilungen dermassen angestellt waren, dass auf allen Puncten gleichmässig gearbeitet werden konnte, und dass jede Classe von Arbeitern in steter Beschäftigung war, was eine grosse Berücksichtigung verdient. Kurz jede Abtheilung war ein Rad der grossen Maschine, und dessen Geschwindigkeit der allgemeinen Uebereinstimmung angepasst.

Wahl der zu dem Aufziehen geeigneten Pferde. Die besten Pferde zu dieser Methode des Materialaufbringens waren die, welche einen langsamen Schritt hatten und nicht des Antreibens bedurften, z. B., Ackerpferde. Fast alle Pferde aber fanden sich bald in diese Arbeit, wenn man nur Anfangs sie nicht anstrengte.

Anstellung der Abtheilung zum Aufbringen und Versetzen des Krönungsgesimses. Alle zur Krönung unter der Brustlehne bei dem Viaduct verwendeten Steine, die zusammen gegen 710 Cubikmeter halten, sind durch einen einzigen Krahn von grossem Caliber gehoben worden. Die Maschine wurde auf sechs verschiedenen Stellen aufgerichtet, nämlich: zwischen den Pfeilern 4—5, 13—14, 23—24, 35—36, 45—46, 54—55 (Taf. 1).

Man hatte dabei die beiden Holzstücke *i* und *k* (Taf. 6) als unnütz beseitigt und das Stammende des Baums abgesägt, um das Gerüst sicherer auf die Stirnmauer des Bogens aufstellen zu können. In dieser Stellung standen die Schwellen *b* und *c* unmittelbar auf der Mauer; die Hinterseite des Krahns ruhte auf einer Unterlage und wurde durch eine Kette gehalten, die unterhalb um ein Dutzend Bahnschienen von ungefähr 1900 Kilogrammen Schwere geschlungen war. Man sieht diese Einrichtung in horizontaler Projection auf Taf. 1, zwischen den Pfeilern 13 und 14.

Eine ganze Abtheilung zum Aufbringen und Versetzen der Krönungsblöcke ist auf Taf. 1, zwischen den Hauptpfeilern 9 und 18, dargestellt. Zwei Schienengleise beschleunigen den Transport der Werkstücke; das eine am Fusse des Viaducts, zwischen den Pfeilern 10 und 14, ist 35—40 Meter lang und endigt am Fusse der Maschine; das andere auf dem Viaduct erstreckt sich auf die ganze Länge zwischen dem nördlichen Stirnpfeiler und dem Hauptpfeiler Nr. 18. Diese letztere Bahnstrecke dient zu dem Transport der Krönungsstücke zwischen den Pfeilern Nr. 9

und 18; zwischen dem Hauptpfeiler Nr. 9 und dem nördlichen Stirnpfeiler wurde sie zum Transport des zu der Brüstung nöthigen Materials gebraucht.

Die Werkstücke wurden vorräthlich auf einem gewöhnlichen Steinkarren angefahren und längs des untern Schienenwegs, zwischen ihm und dem Viaduct, abgeladen. Diese Blöcke stellte man, des bessern Angriffs wegen, aufrecht und führte sie allmählig, wie das Aufwinden verlangte, auf niedrigen Blockwägen unter den Krahn, der sie dann auf den Viaduct förderte.

Auf der Höhe angekommen, liess man sie auf hölzerne, mit Bohlen unterlegte Walzen nieder, von wo sie mittelst eines Wagens auf der obern Bahn nach den verschiedenen Puncten der Arbeit befördert wurden. Daselbst schob man sie auf die Walzen, deren Bohlenunterlagen mit dem einen Ende auf dem Steinwagen, mit dem andern auf der Mauer auflagen.

Die Figuren 9, 10, 11, 12 und 13, Taf. 7 stellen den Wagen dar, welcher die Steine an den Fuss der Mauer schaffte.

Dieser Wagen hatte 26 Centimeter Höhe über den Schienen.

Die Stellung desselben, wenn er, mit einem Werkstück beladen, unter dem Krahn hält, sieht man Fig. 9 und 11; das Detail eines Rades in Fig. 12 und 13.

Die auf der obern Bahn gebrauchten Wägen hatten bereits zum Transport des Materials aus den Brüchen von la Brosse und la Girardie Dienste geleistet und waren von den Seitenwänden oder Leitern entkleidet. Einen solchen, noch mit den Seiten versehenen Wagen zeigen die Figuren 5, 6, 7 und 8, Taf. 5.

Wagen zu Herbeischaffung der Werkstücke auf die Baustelle. Die zur Anfuhr der Steine von den verschiedenen Puncten des Bauplatzes zu den Füssen der Krahne verwendeten Wägen, die nicht auf Schienen liefen, waren sehr einfach gebaut und zweirädrig; wurden durch Menschen und nur bei besonders schweren Blöcken noch mit Beihülfe eines Pferdes bewegt. Folgendes sind die vornehmlichsten Details eines solchen Wagens.

	Meter
Durchmesser der Räder	1,00
Weite der Felgen	0,07
Durchmesser der Naben	0,23
Anzahl der Radspeichen	12
Radspur	1,14
Breite des Wagenkörpers	0,92
Länge desselben	1,00
– der Wagenwinde, mit Inbegriff des Wagens	4,00
Stärke derselben unter dem Wagen	0,12—0,12
– – am Deichselende	0,09—0,09
Länge der beiden Tragbäume (*épiniers*), parallel der Langwiede	1,50
Stärke derselben	0,08—0,12
– der vier Querhölzer, welche die Tragbäume und Langwiede verbinden	0,06—0,03
Dicke des Bohlenbodens	0,03
Durchschnitt der Achse	0,055—0,055

Die Räder haben mehr als die gewöhnliche Höhe, um auf dem schlechten Boden das Fahren zu erleichtern.

Bei dem Bau des Viaducts waren sechs dergleichen Wägen angestellt.

Das Aufrichten der Lehrgerüste. Jeder Lehrbogen wurde fertig verbunden in einem Stück aufgerichtet, wozu ein Hebezeug von 19,4 Meter Höhe gebraucht wurde. Ein solches hat genügt, alle Lehrbögen des Viaducts in Zeit von einigen Monaten aufzustellen. Die Arbeit geschah folgendermassen:

In der Mittagsstunde oder Abends nach dem Schlusse der Arbeit — um das Versperren des Schienenwegs zu vermeiden, der zur Anfuhre des Mörtels bestimmt war — führten die Zimmerleute mit Hülfe zweier, dazu bestimmten Wagen die Hölzer an den Fuss des Baues, so dass mehre Bögen aufgestellt werden konnten.

Nach geschehener Beischaffung wurden Rüstblöcke von 60 bis 70 Centimeter Höhe am Fusse des Hebezeugs aufgestellt, um die verschiedenen Theile des Lehrbogens darauf zu legen.

Die einzelnen Stücke waren bald zugetragen, verbunden und genagelt. Die beiden Schlussstücke am Scheitel des Bogens durften nicht genagelt werden, sondern wurden vorläufig mit Rüststrängen gebunden.

Ein ziemlich starkes Seil befestigte man etwas über dem Schwerpuncte des Bogens mittelst einer Klammer, so dass es eine Schlinge machte, in welche ein einfacher Kloben gehangen wurde. Durch diesen ging ein Tau, dessen eines Ende an der Spitze des Hebezeugs fest war und wieder dahin zurückging, dann über eine Rolle abwärts nach einem Haspel lief, auf den es sich aufwickelte.

Die Arbeit wurde durch acht Tagelöhner verrichtet, deren sieben an dem Haspel angestellt waren, der achte aber den Bogen mittelst Leinen dirigirte, die am Ende der beiden grossen Bogenstücke befestigt wurden. In dem Augenblicke, wo die Enden zu dem Niveau der Bogenanfänge gehoben waren, setzten sie zwei auf jedem Pfeiler postirte Zimmerleute in die, bereits auf die Ausladung des Mauerbandes gelagerten, Schwellen. Sobald der Bogen eingesetzt war, befestigte man ihn durch Spannseile und rückte das Hebezeug genügend ab, um zum Heben des folgenden gebraucht zu werden. Auf diese Weise wurde das Hebezeug immer aufrecht bleibend von Bogen zu Bogen aufgestellt und nur nach Aufrichten des letzten Bogens auseinander genommen. Das Fortrücken desselben geschah auf Bohlen mittelst Hebebäumen, wobei Spannseile gegen das Umschlagen sichern mussten.

Eine Ansicht des Hebezeugs in seiner Thätigkeit zum Aufrichten eines Bogens ist zwischen den Pfeilern 43 und 44, Taf. 1 gegeben. In dem Grundrisse giebt die punctirte Linie *a...g...m* den Weg an, den man mit dem Hebezeuge verfolgte, um die Lehrbögen zwischen den Pfeilern 43 und 49 aufzurichten.

Beschreibung des Hebezeugs zu Aufrichtung der Lehrbögen. Eine Zeichnung des Hebezeugs findet man auf Taf. 7, Fig. 7 und 8. Eine jede der beiden Vorderruthen besteht aus zwei durch die Enden von Querriegeln verbundenen und verbolzten Stammhölzern. Das erste, so lang als das Hebezeug, ist unten 14 und 26 Centimeter und oben 7 und 12 Centimeter dick. Das andere, welches nur die obere Hälfte der Ruthe einnimmt, hat 6 und 15 Centimeter am untern und 8 und 14 Centimeter am obern Ende.

Die Querriegel liegen 1 Meter auseinander und sind 12 und 10 Centimeter stark; mit Ausnahme des ersten, welcher 15 und 12 Centimeter stark ist.

Der Wellbaum hat 22 Centimeter Durchmesser. Da die einfache Aufwickelung zu der vollen Höhe nicht zureichte, so war eine Doppelwindung nöthig, wenn das Lehrgerüst bei den obern Pfeilerköpfen anlangte.

Das Hebezeug bog sich etwas bei'm Aufrichten der ersten Bögen; man beseitigte diess, indem man vor und hinter die Riegel und längs der Ruthen vier Breter, jedes 10,5 Meter lang, 20 Centimeter breit und 4 Centimeter stark oberhalb und 15 Centimeter breit, 2 Centimeter unten stark, aufnagelte.

Die Welle und die Rolle waren Eichenholz, das Uebrige Tannenholz.

Beschalung der Lehrbögen. Die Belattung bestand, wie bereits in dem ersten Capitel Erwähnung geschehen, aus Bohlen von 7 Centimeter Dicke. Sie wurden aus freier Hand mit Hülfe von Seilen auf die Lehrbögen gehoben, indem an jedes Ende der Bohle ein Seil befestigt und das Heben auf den Pfeiler durch zwei Mann bewirkt wurde, die sich auf eine, auf dem Ende des Schaftes aufliegende Leiter niederlegten. Auf diese Weise geschah das Aufbringen im Verding leicht und schnell.

Ausrüsten. Das Ausrüsten der Bögen wurde durch zwei Maschinen verrichtet; mit der einen wurden die Keile ausgezogen, die andere legte die Lehrbögen in ganzer Verbindung mit einem Male nieder.

Maschine zur Lösung der Keile und Abnahme der Schalung. Diese Maschine ist auf Taf. 7, Fig. 1, 2 und 3 dargestellt. Ein breiter Wagen läuft auf den beiden Stirnmauern des Viaducts und hat in der Mitte einen Haspel, auf den zwei Taue sich aufrollen. Die freien Enden dieser Taue gehen über die Rollen *a, a'* an jeder Seite des Viaducts herab und tragen eine Plattform oder fliegendes Gerüste *b b'*. Auf diesem Gerüste, wenn es dem Gipfel der Pfeiler schicklich genähert wird, können die Arbeiter durch einen Posekel die Keile, worauf die Bögen ruhen, leicht lösen.

Die erste Figur zeigt die Stellung der Lehrbögen auf der einen Seite vor, und auf der andern Seite nach dieser Operation. Auf das Gerüst gelangen die Arbeiter mittelst einer Leiter.

Sobald die Keile herausgeschlagen sind, schlägt ein Zimmermann, der zwischen den Lehrbögen auf einer Bohle steht (Fig. 1), die Latten los, und schlingt sie an das Ende eines Seils, welches ein Arbeiter, der auf dem vorragenden Theile des Wagens steht, am andern Ende hält.

Das Seil geht über die Rolle *c'* und legt sich in halber Windung um ein Holzstück (Leitstück, *retraite*), welches in *d'* quer über das Wagengestell genagelt ist. Der zwischen den Lehrbögen stehende Zimmermann schiebt das angebundene Schalstück ausserhalb des Gewölbes, wobei er von dem auf dem Wagen stehenden Gehülfen unterstützt wird, der mit einer Hand das Seil widerhält, mit der andern aber es nach Bedürfniss in den Theil zwischen der Rolle *c'* und dem Querholz *d'* zieht.

Der Gehülfe auf dem Wagen lässt dann das Seil um das Querholz laufen, wodurch das Schalstück zum Fusse des Viaducts herabgeht und daselbst durch einen Handlanger losgebunden und beseitigt wird.

Diese Operation geschieht an dem oder jenem Ende des Wagens, so dass das eine Ende des Schalstücks an der einen Seite, das andere an der Gegenseite herabgelassen wird.

Nachdem alle Schalhölzer eines Bogens niedergelassen sind, lässt man die Plattform bis zum Boden nieder, knüpft die Haspelseile ab, schafft sie durch einige Mann zu dem nächsten Bogen, der ausgerüstet werden soll und fährt den Wagen über den Bogen, indem man Bohlen unter die Räder legt. Die Räder, Rollen und der Haspel waren von Eichenholz, alles Uebrige von Tannenholz.

Fliegendes Gerüste.

	Meter.
Länge der beiden Tragbäume (Langhölzer) . .	9,9
Stärke derselben *)	0,2—0,11
Länge der Querschwellen	2,0
Stärke derselben	0,1—0,06
- der Bohlen der Plattform	0,025

Der Wagen.

Länge der beiden Langbäume.	11,6
Stärke derselben	0,2—0,15
Länge der sechs Querhölzer, wovon vier die Räder tragen	2,3
Stärke derselben	0,2—0,15
Länge der vier Bänder, welche die Rollen stützen und parallel den Langbäumen liegen . .	2,2
Deren Stärke	0,2—0,15
Durchmesser der Haspelwelle	0,2
Länge der Ständer, worauf die Welle liegt . .	2,1
Deren Stärke	0,22—0,12
Stärke der Strebebänder	0,15—0,12

*) Zuweilen sind die Langhölzer etwas gekrümmt. In diesem Falle hat man das Holz hoch zu legen, so dass der Bu nach Oben kommt, wodurch bekanntlich die Tragkraft verstärkt wird.

	Meter.
Stärke der Riegel	0,12—0,10
- - Leithölzer	0,08—0,05
Durchmesser der Räder	0,3
- - Rollen	0,25

Eisen.

Durchmesser der Bolzen	0,018—0,02

Maschine zum Niederlassen der Lehrbögen. Auch diese Maschine besteht, wie die vorige, aus einem auf Bohlen laufenden Wagen, ist mit einem Haspel versehen und gleiset auf den Stirnmauern des Viaducts (Fig. 4, 5 und 6, Taf. 7.)

Die Heberollen werden von den hängenden Säulen *fg* und *ml* getragen, und zwar je eine in *m* und in *f*, zwei aber in jedem der Puncte *l* und *g*. Die Hängesäulen und die Rollen *m* und *f* werden durch dieselben Bolzen an den Wagen befestigt, so dass die Säulen beweglich sind und sich in *l* und *g* an die Stirnmauer des Gewölbes anlegen.

Die Fig. 5 der Taf. 7 zeigt die Niederlegung des letzten Lehrbogens zunächst der Mitte des Gewölbes.

Dieser Lehrbogen ist einer, der, als ein ungetrenntes Ganzes, am Schwierigsten zu behandeln scheint. Der Gang der Arbeit war folgender:

Ein Tau windet sich mit dem einen Ende auf die Welle *e*, geht über die Rolle *m*, über eine der Rollen *l* und in den Kloben *k*. Von hier aus steigt das Tau über die zweite Rolle *l* und wird an die Querschwellen *i* des Wagens angeknüpft. Der Kloben wird in eine Schleife aus starkem Seilwerk, die etwas über dem Schwerpuncte des Bogens an dem Mittelständer gut festgemacht ist, gehangen. Ein anderes Leitseil *hgfno* ist in *h* an den Lehrbogen geknüpft, und zwar etwas über dem Anhängepunct des Klobens. Dieses Seil geht über die Rollen *g* und *f*, dann einfach um das Verbandstück des Haspels bei *n*, wo es durch einen in *o* postirten Arbeiter niedergehalten wird.

Wenn Alles dergestalt geordnet ist, dreht man die Haspelwelle und lässt das Leitseil so weit nach, dass der Bogen sich gegen den Horizont ungefähr um 70° neigt, wie die Zeichnung angiebt. Dann dreht man die Welle abermals, während das Leitseil festgehalten wird; der Theil *kl* des Taues wird sich dadurch verkürzen, während das Stück *hg* des Leitseils unverändert bleibt,

und der Bogen auf den Tragschwellen fortschleifen, wo er die Stellung *pq* einnimmt. Man fährt nun mit Aufwinden und allmähligem Nachlassen des Leitseils fort, bis der Bogen die Lage *qs*, parallel *rp*, angenommen hat. Hierauf windet man weiter fort, hält aber das Leitseil straff an; dadurch rückt der Bogen um ein weiteres Stück *gt* auf den Schwellen fort und setzt sich in die Stellung *ts*.

Dergestalt weiter operirt, wird der Bogen nach einander die Stellungen *tu, uv, vx, xy, yz* und *zw* einnehmen. Zu der letzteren gelangt, giebt man das Leitseil völlig frei und dreht den Haspel noch um ein Weniges; zieht man nun am Fusse des Viaducts an einem der beiden, am untern Ende der Hängebänder angebundenen Zugseile *z'* und *z''* (Fig. 4), so wird der hängende Bogen sich etwas um seine Axe drehen und von seinen Stützpuncten auf den Schwellen abtreten. Bei'm Nachlassen am Haspel senkt sich dann der Lehrbogen zum Boden des Gewölbes, wo er auf Böcke niedergelegt wird, um ihn bequemer auseinander nehmen zu können.

Während der eben beschriebenen Arbeit des Niederlassens hält ein Zimmermann am Fusse des Viaducts die beiden Leinen *z'* und *z''*, um das Niedergehen des Bogens leiten zu können.

Dieses Verfahren hat sehr zufriedenstellende Resultate gegeben; die 354 Lehrbögen des Viaducts sind alle nach dieser Weise aufgerichtet und ausgerüstet worden, ohne dass der kleinste Unfall dabei vorgekommen wäre, und zwar mit einer besondern Geschwindigkeit. Eine einzige Maschine reichte aus, diese Arbeit so schnell zu fördern, als es für die Gesammtförderung der Arbeit nöthig war.

Nachstehend geben wir die Dimensionen der verschiedenen Stücke des Apparates:

	Meter.
Länge der beiden parallelen Langbäume . .	11,6
Stärken derselben	0,22—0,18
Länge deren sechs Querschwellen, der vier zum Halt der Räder dienen	2,3
Stärken derselben	0,2—0,15
Länge der vier Bänder, welche die Rollen und die hängenden Säulen tragen	2,2
Stärken derselben	0,20—0,15
Durchmesser der Welle.	0,22
Länge der Ständer, welche diese tragen . .	2,25
Stärken derselben	0,22—0,15
– der Stückbänder des Wellbaums . .	0,15—0,12
– – Riegel	0,12—0,1
Durchmesser der Räder	0,45
– – Rollen	0,25

Anmerkung. Die Räder und Rollen sind von Holz.

Das Reinarbeiten und das Verstreichen der Fugen. An dem untern Theile der Pfeiler ist das Verputzen und Verstreichen der Fugen mittelst Gerüsten und Mauerblöcken und Bohlen ausgeführt worden; bei den Gewölben und Pfeilern hat man sich dagegen Vorbereitungen verschiedener Form bedient. Bei dem Verputz und dem Ausstreichen der Fugen einiger Bögen, namentlich der über dem Flusse befindlichen, sind die Maschinen zum Ausrüsten benutzt worden, wobei die zum Lösen der Keile und Einnehmen der Verschalung keiner Abänderung bedurften; nur dass die Räder des Wagens, die auf den Stirnmauern liefen, hier auf den Rüstungsmauern gingen. Die Plattform wurde unter die Arbeitsstelle gebracht, bevor die Arbeiter sie bestiegen, und wenn dieselbe inmitten der Bögen hing, so verhinderte man das Schaukeln mittelst kurzer Spannseile. Diese Spannseile liefen über die Brustmauern und wurden an Nägel unter den Steinen der Platte oder an Schienen, die man auf den Viaduct legte, angehangen.

Die Maschinen, die man zum Niederlassen der Lehrbögen benutzt hatte, versah man mit einer Plattform und wurden dann auf gleiche Weise benutzt.

Zu demselben Zwecke bei den nicht über dem Fluss liegenden Bögen brauchte man ganz einfache Gerüste, wie solche auf Tafel 8, Fig. 1, 2 und 3 dargestellt sind.

Man versah einen kleinen Balken von 20 — 25 Centimeter Stärke an jedem Ende mit einer Rolle und legte ihn quer über die Brustmauern auf zwei Bohlen von 1 bis 1,5 Meter Länge, mit denen er in *c* und *d* verbolzt wurde, damit er nicht kippen und leichter auf Walzen fortgeschoben werden konnte.

Ueber die Rollen *a* und *b* liefen Seile, an denen das Gerüst hing, und die durch zwei Haspel am Fusse des Viaducts auf- und abgewunden wurden, so dass das Gerüst dadurch in bestimmter Höhe hing.

Ein dergleichen Haspel ist Fig. 4 und 5, Taf 8 dargestellt. Er besteht aus einer Welle, die in zwei eisernen Zapfenringen

(Pfannen) liegt. Die Befestigung der Ringe in dem Gestelle ist durch Schraubenbolzen bewirkt; das Gestell aber wird durch zwei Holzstücke *gh* und *ik* gebildet, die von aufgenagelten Bretern in ihrer Lage gehalten werden; die Feststellung geschieht durch Belastung mit Steinen oder Bahnschienen.

An den Stirnenden der Welle sind Löcher, zum Durchstecken der Hebel angebracht, welche die Welle drehen.

Das Reinarbeiten und das Verstreichen der Fugen an dem Krönungsgesims und der Brustmauer. Das Ausstreichen der innern Fugen der Brustmauer und Platte, vor Auflegung des Ballastes, hat einige Rüstung nöthig gemacht, die jedoch nur aus Mauerböcken und Bohlen bestand.

Dagegen wurde bei den äussern Fugen ein sehr einfacher Wagen gebraucht, der auf der Brüstung lief und an jedem Ende ein kleines Gerüst trug.

Man sieht diese kleine Maschine in Figur 6, 7 und 8, Tafel 8.

Der Wagen ist zusammengesetzt aus zwei parallelen Langschwellen *ab* und *cd* (Fig. 7), die auf zwei Bohlen *e* und *f* geschraubt sind. Die Räder laufen an den Bohlen in gusseisernen Pfannen und sind nichts als Rollen, die bereits bei den Aufziehkrahnen gebraucht wurden. Die ziemlich gleichen Hängegerüste sind, wie folgt, zusammengesetzt.

Zwei eiserne Barren von 6 Centimeter Breite und 15 Millimeter Dicke sind nach der gebrochenen Linie *ghi*, Fig. 6, gebogen und mittelst Bindestränge an einem Ende der Langschwellen in *h* und *h'* (Fig. 7 und 8) aufgehangen.

In *g*, *i*, *k* und *l* (Fig. 6) gehen durch die Barren Bolzen von 2 Centimeter Dicke, welche Bohlen zum Stande der Arbeiter tragen. Zuerst werden die Bohlen auf die untern Bolzen gelegt, um den Verputz und das Verstreichen an dem Krönungsgesims vornehmen zu können, dann aber, zu der Brustmauer, auf die höheren Bolzen. Seile, von einer Eisenstange zu der andern gezogen, dienen den Werkleuten zum Schutze und geben bei der Arbeit gehörige Sicherung.

Das Verputzen und das Verstreichen an den Stirnseiten. Diese Arbeiten wurden auf fliegenden Gerüsten ausgeführt, die an Seilen hingen, welche über die Brustmauer gezogen und jenseits derselben an ein auf der Bahn liegendes Bündel Schienen gebunden waren. Jedes solches Gerüste hatte 7—8 Meter Länge und gegen 1 Meter Breite.

Anzahl der bei'm Bau des Viaducts angestellten Arbeiter und Pferde. Die Anzahl der täglich beschäftigten Arbeiter änderte sich nach dem Fortschritte der Arbeit. Nachstehende Arbeiter waren zu der Zeit angestellt, wo der Bau in dem Zustande war, wie ihn Taf. 1 darstellt, nämlich in Mitte des ersten Jahres:

1. An Mannschaft.

Steinbrecher, Gräber und Karrenführer bei den Brüchen von la Brosse, de la Girarderie, von Athée, Cormery, Tauxigny etc. *) . . .	440
Steinsetzer, Maurer, Tagelöhner und Handlanger, Steinhauer, Zimmerleute, Karrenführer etc. auf dem Bauplatze selbst	356
Summe	796 Mann.

2. An Pferden.

Zum Transport der Steine in den Brüchen von la Brosse und la Girarderie bis an den Schienenweg	6
Zum Transport von da bis an den Viaduct . .	16
- - der Werkstücke aus den Brüchen von Athée, Cormery, Tauxigny etc. . .	110
Zu dem Kalktransport	20
Zu verschiedener Beifuhre	2
Zum Heben des Materials auf die Mauerung .	24
Den Sand bis zu den Mörteltennen zu schaffen .	6
Bei der Bereitung des Mörtels	6
Reit- und Wagenpferde	3
Summe	193 Pferde.

*) Diese Zahl wurde am Ende der ersten Campagne auf 650 Mann gesteigert.

Drittes Capitel.

Beschreibung der verschiedenen Viaducte und Aquaeducte; Dimensionen verschiedener Brücken.

In der folgenden Beschreibung sind die wichtigsten Nachrichten gesammelt, welche von den vorzüglichsten steinernen Bauwerken der genannten Art beigebracht werden konnten.

Die meisten der in Europa ausgeführten Baue haben wir selbst besichtigt, während sie im Bau begriffen waren und haben zur Stelle einen grossen Theil der Nachrichten und Abmessungen in Person aufgenommen. Sie theilen sich in fünf Abschnitte:

Viaducte in Frankreich,
- - England,
- - Deutschland,
- - verschiedenen Ländern und
Aquaeducte in verschiedenen Erdstrichen

Fünf Tabellen werden hierauf die auf alle diese Constructionen beziehlichen Angaben mittheilen, denen wir noch eine Tabelle über vorzüglichere steinerne Brücken anfügen und in einer letzten Tabelle eine Uebersicht der vorzüglichsten Viaducte, Aquaeducte und Brücken, nach der Länge der Bogenhalbmeser und Schlussstärke geordnet, geben wollen.

Die Tabelle über die Brücken ist im Ganzen genommen, nach der Zeit der Erbauung rangirt.

Viaducte in Frankreich.

1. Viaduct des Indre-Thals.

Wir nennen diesen Viaduct, dessen Beschreibung bereits vorliegt, hier nur der Vollständigkeit wegen.

2. Viaduct von Barentin.

(Fig. 19, Taf. 10.)

Dieser merkwürdige Viaduct liegt unweit des Dorfes Barentin, auf der Eisenbahn von Rouen nach dem Hafen; er wurde im Frühjahre 1844 angefangen und Ende Sommers 1845 beendet. Er stürzte plötzlich im Januar 1846 ein und wurde ganz wieder aufgebauet im Laufe desselben Jahres.

Wir beschreiben im Folgenden die erste Construction und lassen ihr die Abänderungen folgen, die bei dem Neubau angebracht wurden.

Der Bau war ganz von gebrannten Steinen aufgeführt, ausgenommen die Sockel, wozu Werkstücke verwendet waren. Fünf und zwanzig Bögen im vollem Kreise von 15 Meter Oeffnung beschrieben eine Curve von 800 Meter Halbmesser, in einer Länge von 482,40 Meter, und die grösste Höhe betrug 32,85 Meter. Die mittlere Höhe war 26,75 Meter und dessen Längenprofil 12904 Quadratmeter. Der Abstand der Stirnmauern war im Scheitel 8,1 Meter und die Weite zwischen den Brustmauern 7,4 Meter.

Die Gewölbe bestanden aus sechs Rollschichten zusammen von 75 Centimeter Dicke. Von dem Scheitel des Extrados bis zu der Schienenbahn war der Abstand 80 Centimeter. Die Gewölbwinkel hatte man auf 5,5 Meter über die Bogenanfänge mit gebrannten Steinen voll ausgemauert, dann waren die Stirnmauern noch 70 Centimeter stark aufgeführt und die leeren Räume zwischen ihnen durch kleine Gewölbe im vollen Bogen ausgefüllt, die mit der Axe des Viaducts parallel liefen und zu den Hauptwiderlagen die Stirnmauern hatten. Jeder Wölbwinkel hatte fünf dergleichen Gewölbe, nämlich eins unter dem Zwischenraume der Geleise, von 1,4 Meter Durchmesser, zwei unter den Geleisen von 1 Meter Weite, und zwei von 65 Centimeter Weite, unter den Seitenwegen.

Diese Gewölbe waren durch Widerlagen von 50 Centimeter Dicke getrennt, hatten im Scheitel 2,4 Meter Höhe und 25 Centimeter Dicke im Schlusse. Der Scheitel ihrer Extrados lag 90 Centimeter unter dem Niveau der Bahn.

Der Horizontalschnitt der Pfeiler bildete ein Trapez, welches von der Curve der Anlage bedingt wurde; die auf dem Thalgrunde stehenden hatten einen Sockel von veränderlicher Höhe und einen 16,5 Meter hohen Schaft.

Die Dicke der Pfeiler im obern Ende, die Vorsprünge abgerechnet, betrug 2,625 Meter an der kurzen und 2,775 Meter an der längeren Seite, im Mittel daher 2,7 Meter. Die Länge derselben an dem Kopfende war 8,1 Meter. Am Fusse des Schaftes hatte der Pfeiler 3,45 Meter mittlere Stärke und eine Länge von 10 Meter.

Die Einziehung der grössern Pfeilerseiten betrug sonach 0,023 und die an der Stirn im Mittel 0,058; im Mittel desshalb, weil die Linie der Einziehung an den kleinern Seiten eine Curve von 25 Centimeter Pfeilhöhe machte, deren Convexität der Mauer zugekehrt war.

Die Sockel besassen auf allen Seiten lothrechte Flächen und eine Stärke von 4,5 Meter, bei 1,06 Meter Länge.

Ein doppeltes Band von 85 Centimeter Höhe in lichten Ziegeln zog sich an der übrigen Stirnmauer hin und bildete die Pfeilerkrone. Die Archivolten zeichneten sich durch vortretende Steine aus.

Um die Mauermasse zu vermindern, waren in dem Pfeilerkörper vier hohle Räume in Essenform aufgemauert, deren Höhlung Rectangel von 1,01 und 0,9 Meter Seitenlänge im Querschnitte bildeten, wovon die kürzeren Seiten mit der Bahnaxe parallel liefen. Die Scheidungen zwischen ihnen hatten 75 Centimeter Dicke. Die Röhren fingen auf den Grundmauern an und endeten oben mit kleinen halbkreisförmigen Gewölben von 1,01 Durchmesser, deren Scheitel 1,4 Meter unter dem Höhenpuncte der Pfeiler lag.

Ein und zwanzig Pfeiler wurden auf Béton oder Mauer gegründet, auf einem festen Boden und in verschiedener Tiefe unter dem Horizont; fünf dergleichen ruhten auf Pfahlrost.

Die Stirnpfeiler waren in Höhe der Bogenanfänge 3,8 Meter dick. Die Brustmauern hatten 35 Centimeter Stärke und erhoben sich 1 Meter über die Bahnfläche; die obere Schicht bildeten Steine von 20 Centimeter Dicke.

Der ganze Bau war mit fettem Kalk aufgeführt.

So war der Viaduct, als er im Monat Januar 1846 in dem Augenblicke einstürzte, als er, völlig beendet, mit dem Ballast versehen werden sollte.

Der neuaufgeführte Viaduct weicht wenig von dem beschriebenen ab und ist auf das alte Fundament erbauet. Die wesentlicheren Abänderungen sind nachstehende:

Wegfall der hohlen Röhren in den Pfeilern; Wegfall der abgesonderten, verbandlosen Ueberwölbungen und Zulage einer Steinlänge bei der Gewölbstärke.

Letztere wurde sonach von 75 Centimeter auf 87 Centimeter gebracht.

Endlich die Anwendung von hydraulischem Kalk, anstatt des fetten Kalks.

Die Ursachen des Einsturzes sind nie auf befriedigende Weise ermittelt worden; obwohl eine Menge mehr und weniger triftige Meinungen in Umlauf kamen. Man meinte:

dass der Viaduct nicht als Curve hätte angelegt werden sollen, da eine solche Form nicht genügende Bürgschaft von Stabilität gebe;

dass die Gewölbe zu geringe Stärke hatten;

die Pfeiler seien zu schwach gewesen, vorzüglich aber wäre den hohlen Räumen der Unfall aufzubürden.

Es reicht hin, den Viaduct von Barentin mit andern bestehenden, namentlich englischen, zu vergleichen, um diese Vorwürfe zu entkräften. Unter ihnen mangelt es nicht an Viaducten, die ebenso ausgesprochene Curven bilden; deren Wölbung die Stärke nicht erreicht; wo die Pfeiler mit hohlen Räumen aufgeführt sind, und die doch ihre vollkommene Festigkeit bewährt haben.

Der Viaduct Thomas über den Patapsco in America bildet eine Curve von 388,27 Meter. Mehre mit gedrückten Bögen construirte englische Viaducte sind Curven; der Viaduct von Ratho in Schottland gehört unter diese Zahl. Endlich sind fast bei allen Viaducten Englands die Pfeiler mit hohlen Räumen versehen.

Man hat ferner geltend zu machen versucht, dass das Ziegelmaterial des Viaducts von Barentin von schlechter Qualität gewesen sei; sie war aber bestimmt von derselben Beschaffenheit, wie die Ziegel, die man im Norden zu gleichen Bauten verwendet.

Dieselbe Bemerkung hat man in Bezug auf den Sand im Allgemeinen zu den Fundamenten gemacht. Der an sich kieselige Sand war allerdings sehr fein, gab aber, in richtigem Verhältnisse gutem Kalk zugesetzt, einen guten Mörtel.

Noch bleiben zwei Urtheile zu beleuchten: das eine wurde von dem Oberingenieur J. Locke, dem Erbauer der Eisenbahn von Rouen zum Hafen, das andere von den Unternehmern dieser Bahn, Mackenzie und Brassey, ausgesprochen, und erhielten die Zustimmung mehrer Ingenieurs.

Die beiden Letztern haben den Einsturz auf die Anwendung von fettem Kalk geschoben, der in den Anschlägen vorgeschrieben war. Sie hatten der Verwaltung vorgeschlagen, an dessen Statt hydraulischen Kalk zu genehmigen, wozu sie die Hälfte der Mehrkosten übernehmen wollten, d. i., ungefähr 2 Fr. 50 C. auf den Cubikmeter Mauer, erhielten aber abschläglichen Bescheid. Indessen haben dieselben, mit Beharren auf diesen Vorschlag, sich erklärt, da sie einmal die Entreprise übernommen gehabt, den Wiederaufbau auf ihre Kosten zu bewirken.

Locke hat sein Gutachten in einem Schreiben an die Administration vom 31. Januar 1846, also 14 Tage nach dem Einsturze, in folgenden wesentlichen Puncten abgegeben:

„Im Laufe der Arbeit hatte sich die Werksteinmauerung am Fusse einiger Pfeiler etwas gedrückt und etliche Steine waren gespalten.

„Das Fundament von Werkstücken des Pfeilers Nr. 5, das auf Pfahlrost stand, hatte einen Riss, der von dem Boden ausging und auf den langen Seiten bis zu der Höhenschicht des Fundaments aufstieg. Am Abend vor dem Einsturze wurde dieser Riss sehr scharf durch den angestellten Ingenieur untersucht, weder aber eine Bewegung, noch ein Verschieben der Steine ausser demselben gefunden. Ebenso genau untersuchte derselbe die Barnsteinmauerung des Pfeilers konnte aber nicht das geringste Besorgnisserregende entdecken, noch an dem Viaducte überhaupt bei der Ziegelmauerung ein Ausweichen, Unregelmässigkeit oder Bruch spüren; selbst bei dem vorgenommenen Nivellement zeigte sich keine Spur vom Setzen.

„Sämmtliche Bögen sind in der Richtung nach dem Pfeiler Nr. 5 gefallen; ein sicheres Kennzeichen, dass die beiden nächsten Bögen zuerst gebrochen sind.

„Bei'm Aufräumen des Schuttes fanden sich der Pfeiler, der Bogen, die Ziegel und Werkstücke zu einer Masse vermengt und nur einzelne Steine lagen abwärts auf dem Boden.

„In Bezug auf den Unterbau, waren auf sämmtlichen Basen, mit Ausnahme einer oder zweier, die in Verbindung mit dem Pfeiler Nr. 5 standen, Ueberreste von Ziegelmauerung stehen geblieben, ohne die mindeste Veränderung des Niveau's oder der Stellung erlitten zu haben; und so zeigten sich auch die Fundamente des Pfeilers Nr. 5 und der beiden nächststehenden, bei der sorgfältigsten Untersuchung, vollkommen ohne Verrückung und fest.

„Die Menge des Ballastes in dem Moment des Sturzes kann ebensowenig durch ungleichen Druck denselben herbeigeführt haben, da dessen Dicke nur 70—80 Centimeter betrug.

„Allen diesen Umständen nach, kann der Einsturz des Viaducts keiner andern Ursache zugeschrieben werden, als der Mauerung des Pfeilerunterbaues.

„Die Einführung des Steinmaterials anstatt der Ziegel, gegen die man in Frankreich überhaupt eingenommen ist, ist später, dem ersten Anschlage entgegen, beschlossen worden; theils weil die Entrepreneurs darauf antrugen, theils weil es an Ziegeln fehlte. Es ist nicht anzunehmen, dass die Entrepreneurs aus Gewinnsucht ein schlechteres Material sollten verbauet haben."

Bei der Besichtigung (von dem Verfasser) am 13. October 1845 fand sich der beschriebene Riss, der die Fundamentmauer parallel der Bahnaxe spaltete, wodurch der Druck nicht auf die ganze Pfeilermasse, sondern getrennt auf die gespaltenen Seiten wirken musste.

Daraus entsprang das Streben nach Aussen, mithin die Erweiterung der Risse. Die Curvenform an den Stirnseiten der Pfeilerschäfte nahm Theil an der Bewegung da die Verlängerung der Fronte der Schäfte auf 50 Centimeter von dem Fusse der Pfeiler abfiel.

Ein anderer Umstand fiel noch besonders auf, nämlich die geringe Härte des Mörtels, vorzüglich in den Gewölben. Die Ziegelgewölbe waren nach englischem Gebrauche nicht mit einer Mörtellage überdeckt, aber auch noch nicht, wie es dort geschieht, mit einer dicken Theerschicht übergossen; es musste sonach der seit einiger Zeit gefallene Regen sich in die Wölbmauerung ziehen.

Der Druck, welcher zur Zeit des Bruchs auf dem Quadratcentimeter der Mauermassen des Viaducts lastete, war, ohne den Ballast zu rechnen, der noch aufgebracht werden sollte:

In dem Niveau der Gewölbeanfänge . . .	3,5	Kilogr.
Zwei Meter tiefer, da wo die innern hohlen Räume der Pfeiler vorhanden	4,65	-
Am Fusse der Pfeiler, wo ebenfalls diese Räume noch befindlich	4,82	-

Bei dem neuerbauten Viaduct und deren Pfeilern hat man die Höhlungen weggelassen, und es beträgt nun der Druck, inbegriffen den Ballast, auf den Quadratcentimeter:

An den Gewölbanfängen	4,3	Kilogr.
Am Fusse der Pfeiler	5,09	-

woraus man sehen kann, dass der Druck auf die Mauern bei dem zerstörten Viaduct keineswegs über das Gewöhnliche ging.

Der Viaduct von Barentin kostete 1500000 Frcs.; die Stirnfläche betrug 12904 Quadratmeter, folglich kam der Quadratmeter 116 Fr. 15 Cent. zu stehen.

3. Viaduct von Mirville.

(Fig. 18, Taf. 10.)

Man passirt diesen Viaduct auf der Bahn von Rouen zum Hafen, zwischen dem Hafen und Bolbec, in kleiner Entfernung von letzterer Station.

Er ist ganz von gebrannten Steinen gebauet und besteht aus 48 Bögen im Halbkreise von 9,2 Meter Durchmesser. Seine grösste Höhe von der Thalsohle auf beträgt 33 Meter, die mittlere 24 Meter. Die Totallänge ist 524,45 Meter und macht eine Curve von 1000 Meter Halbmesser. Die Wölbungen sind 60 Centimeter dick und der Scheitel der Extrados liegt 80 Centimeter unter der Schienenbahn.

Das Innere der Gewölbwinkel ist bis auf eine Höhe von 3,3 Meter über die Bogenanfänge hintermauert. Ueber dieser Hintermauerung ist der Zwischenraum mit kleinen Gewölben ausgefüllt, deren Widerlager, von 50 Centimeter Dicke, parallel mit der Axe der Bahn laufen.

Jeder Zwischenraum hat deren fünf, und zwar liegt das eine von 1,4 Meter Durchmesser unter der Mitte der Fahrbahn; zwei, von 1 Meter Durchmesser, unter den Bahnen und die beiden letzten von 65 Centimeter Durchmesser unter den Seitenwegen. Die Stirnmauern von 70 Centimeter Stärke machen für letztere die Widerlager.

Die Stärke dieser verschiedenen Gewölbe ist 24 Centimeter und der Scheitel der Extrados liegt 90 Centimeter unter den Bahnschienen.

Die Stirnmauern der Gewölbwinkel sind lothrecht aufgeführt; der Querschnitt der Pfeiler hat Trapezform, deren kleine Seite unter der Krönungsplatte 1,506 Meter, die grössere 1,594 Meter lang ist. Die Länge der Pfeiler beträgt 8,1 Meter; der Schaft ist 15 Meter hoch, mit Einschluss des doppelten Bandes von Ziegeln, welches ihn krönt und 80 Centimeter Dicke hat.

Am Fusse ist jeder Pfeiler 9,5 Meter lang, und 2,2 Meter im Mittel stark; sonach haben die Schäfte gegen 0,02 Meter Einziehung an den grössern und gegen 0,05 an den kleinern Fronten der Pfeiler. Die Sockel haben, je nach den Biegungen des Bodens, eine verschiedene Höhe, 9,7 Meter Länge und 2,4 Stärke und lothrechte Seitenflächen; jeder ruht mit seinem Fundament auf Béton.

Die Pfeiler werden unter der Bahnaxe mit einem Schacht von 2 Meter Weite durchsetzt, der oben mit einem aufrechten Gewölbe, unten mit einem verkehrten geschlossen ist, und ziemlich die ganze Höhe des Pfeilers einnimmt, indem er 2 oder 3 Meter über dem Boden anfängt und 2,6 Meter unter den Gewölbanfängen endet. Es folgt, dass die Höhe nach den Krümmungen des Bodens veränderlich sein muss.

Nach dem Einsturze des Viaducts von Barentin verlangte die Regierung, dass einige dieser Schachte vermauert und einige Strebepfeiler angebracht werden sollten. Darauf wurde der Viaduct von Mirville einen Monat lang mit einer todten Last von 3000 Kilogrammen auf den Quadratmeter beladen, ohne dass sich eine Veränderung gezeigt hätte.

Die Brustmauern haben eine Stärke von 35 Centimeter und von den Schienen aus eine Höhe von 1 Meter, mit Inbegriff des Krönungsgesimses von Werkstücken, welche 20 Centimeter dick sind. Der Raum zwischen den Brustmauern ist 7,4 Meter.

Untersucht man, wieviel die angeordnete Ausfüllung der Schachte den Druck auf den Quadratmeter der mit Barnsteinen gemauerten, höchsten Pfeiler modificiren würde, so stellt sich eine Vermehrung der permanenten Last und eine Verminderung der an-

sehnlichen Ueberlast heraus, die der Viaduct zur Zeit des Versuchs trug. Die Rechnungsresultate sind in nachstehender Tabelle bemerkt, wobei der Cubikmeter gebrannte Steine zu 1870 Kilogrammen, der Cubikmeter des Ballastes zu 1500 Kilogrammen, die Ueberlast, wie oben gesagt, 3000 Kilogrammen auf den Quadratmeter angenommen ist.

Tafel

des Drucks auf den Quadratmeter in verschiedenen Höhen eines der grossen Pfeiler des Viaducts von Mirville.

Angabe der Höhen.		Permanente Belastung		Ueberlast zur Zeit des Versuchs.		Ganze Last zur Zeit des Versuchs	
		bei offenem Schacht.	bei geschlossenem Schacht.	bei offenem Schacht.	bei geschlossenem Schacht.	bei offenem Schacht.	bei geschlossenem Schacht.
An den Bogenanfängen	Kilogr.	3,46	3,46	1,90	1,90	5,36	5,36
Bei 3,6 Meter unter den Bogenanfängen, d. i., wo der Schacht seine ganze Weite von 2 Meter hat		4,74	3,66	2,17	1,66	6,91	5,32
Am Fusse des Schaftes, bei 15 Meter unter den Bogenanfängen		4,94	4,25	1,45	1,14	6,39	5,39
Bei 22 Meter unter den Bogenanfängen, in dem Puncte, wo der Schacht mit 2 Meter Breite anfängt		5,71	5,18	1,29	1,02	7,00	6,20
Am Fusse des Sockels, bei 26 Meter unter den Anfängen der Bögen		5,28	5,92	1,02	1,02	6,30	6,94

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass in dem Falle, wo der Schaft offen, die grösste permanente Last gleich ist 5,71 Kilogr. und dass die Totallast im Augenblicke des Versuchs gleich . . . . . 7,00 -

In dem Falle, wo der Schacht ausgemauert, ist die permanente grösste Last . . . . 5,92 -

und im Augenblicke des Versuchs war sie . . 6,94 -

Durch Ausmauern des Schachtes hat man sonach die permanente Belastung des Quadratcentimeters um 0,21 Kilogrammen vermehrt, die Last im Augenblicke des Versuchs aber um 0,06 Kilogrammen vermindert.

4. Der Viaduct des Palu-d'Aveyres.

Dieser auf der Eisenbahn von Tours nach Bordeaux gelegene Kunstbau hat die Bestimmung, die Sümpfe, welche die Dordogne bildet zu überbrücken. Er hat 100 Bögen von 10 Meter Oeffnung, woraus sich auf eine Länge von ungefähr 1250 Meter schliessen lässt. Seine Höhe beträgt gegen 10 Meter.

5. Der Viaduct von Moret.

Unweit Moret-Saint-Mammès auf dem Bahnwege von Paris nach Lyon liegt ein Viaduct von 502 Meter Länge, eine Curve von 2000 Meter Radius beschreibend. Seine grösste Höhe ist 22, seine mittlere 20 Meter und seine Stirnfläche 10040 Quadratmeter.

Er enthält 32 Bögen, deren zwei an dem einen Ende, über den Loingfluss, von Gusseisen in Kreisbögen von 40 Meter Oeffnung und 5 Meter Pfeilhöhe sind.

Der gemauerte Zwischenpfeiler hat gegen 4 Meter Stärke an den Bogenanfängen. Die gedachten Gewölbbögen bestehen aus sieben Rippen, von 1,5 Meter Abstand; die übrigen 30 Brückengewölbe sind in vollem Bogen von 10 Meter Oeffnung von Stein ausgeführt, in sechs Gruppen zu fünf Bögen durch fünf Hauptpfeiler getheilt, die an den Bogenanfängen 4 Meter Stärke und 9 Meter Länge, ohne die Schutzpfeiler, haben. Die Mittelpfeiler sind, 2,5 Meter stark und 9 Meter lang, von gleicher Höhe.

Der Hauptpfeiler, der den letzten Mauerbogen von dem ersten gusseisernen trennt, ist im Mittel 11,5 Meter an den Bogenanfängen stark. Alle Pfeiler sind an den Stirnseiten um 5 Centimeter auf 1 Meter Höhe und auf den langen Seiten um 25 Millimeter eingezogen. Die Sockel springen 20 Centimeter über die Schäfte vor.

Die Vorköpfe der Hauptpfeiler haben von dem Sockel bis zu dem obern Niveau des Viaducts 2,5 Meter Breite und treten 55 Centimeter vor die Stirnseite des Pfeilers vor. Deren Vorderflächen sind um 5 Centimeter pr. Meter eingezogen, welches sich bis unter die Krönungsplatte des Viaducts fortsetzt. Das Gurtgesims an den Bogenanfängen ladet 20 Centimeter aus und ist 45 Centimeter hoch, wovon oben 5 Centimeter abgeschrägt sind. Dieser Gurt bricht an den Vorköpfen der Hauptpfeiler jedes Mal ab. Die Stirnseiten der Bögen sind lothrecht und haben 9 Meter Abstand in äusserer Flucht.

Das Krönungsgesims ladet 25 Centimeter aus und ist 40 Centimeter hoch, wovon 5 Centimeter eine Abschrägung bilden. Die Brustmauer hat, bei 50 Centimeter Stärke, 1,25 Meter Höhe von dem Krönungsgesims aus; das Bahnniveau liegt 35 Centimeter über der Oberkante des letzteren. Auf jedem Hauptpfeiler ist ein Ausweicheplatz für die Bahnwärter vorgelegt.

Die mittlere Höhe des Baues ist folgendermassen eingetheilt:

	Meter.
Sockel	2,15
Schaft	9,20
Krönung des Schaftes	0,45
Halbmesser des Bogens	5,00
Stärke des Bogens	0,80
Abstand des Bogens vor der Krönungsplatte	0,75
Stärke der Platte	0,40
Brustmauer	1,25
Summe	20,00

Die Kanten des Viaducts sind mit Werkstücken, die andern Tageflächen mit gerauhtem Bruchstein aufgeführt. Die behauenen Ecksteine haben 40—50 Centimeter Höhe und abwechselnd 60 und 80 Centimeter Länge und Breite. Die Wölbsteine sind 80 Centimeter hoch und wechselnd 60 und 80 Centimeter im Bogen lang. Die Decklage der Sockel ist 50 Centimeter hoch. Auf der ganzen Länge des Viaducts sind Gegenschienen von Holz gelegt, um das Ausgleisen der Wagen zu verhüten; sie schneiden mit den Enden der Ueberbrückung ab.

Das Regenwasser fliesst in Röhren ab, die in der Axe des Viaducts liegen und unter den Gewölben, ungefähr 2 Meter über den Bogenanfängen, ausmünden.

Der Bau wurde in den Jahren 1847—1849 ausgeführt; in der äussern Ansicht seiner Steinbögen gleicht er dem Viaducte von Brunoy, wovon 1 Theil auf Taf. 10, Fig. 21 abgebildet ist.

6. Viaduct von Brunoy.

(Fig. 21, Taf. 10.)

Dieser Viaduct auf der Paris-Lyoner Bahn, unweit Brunoy, wurde in den Jahren 1846—1847 ausgeführt,

Er ist 376 Meter lang, 25 Meter im Maximum und 23,5 Meter im Mittel hoch. Das Längenprofil, die Bögen vollgerechnet, hält 8836 Quadratmeter. Er hält 28 Bögen im Halbkreise von 10 Meter Oeffnung und wird durch fünf Hauptpfeiler mit Vorköpfen, die bis zur Brustmauer ansteigen, in sechs Gruppen getheilt.

Fünf dieser Gruppen haben fünf Bögen, die sechste, welche die letzte in der Richtung nach Lyon zu ist, hat deren nur drei.

Sämmtliche Pfeiler sind im Schaft 12 Meter hoch, mit Einschluss des Gurtgesimses an den Bogenanfängen, welches 35 Centimeter breit ist; deren Sockel hat, nach den Undulationen des Bodens, verschiedene Höhe; der höchste ist 5 Meter.

Die Mittelpfeiler haben an den Bogenanfängen 3 Meter und am Fusse des Schaftes 3,60 Meter Stärke. Die Ausladung des Sockels über den Schaft beträgt gegen 20 Centimeter bei allen Pfeilern, und dessen Seitenflächen sind denen des Schaftes parallel.

Die Länge eines Pfeilers am Oberrande des Schaftes ist 9 Meter; sie nimmt bis zum Fusse auf jeden Meter Höhe um 8 Centimeter zu.

Die Hauptpfeiler sind 4,25 Meter an den Bogenanfängen stark und haben, sowie die Schutzpfeiler, dieselbe Einziehung, wie die Mittelpfeiler.

Die Schutzpfeiler haben 2,65 Centimeter Breite unter den Bogenanfängen und springen von der Pfeilerkrönung bis zum Fusse um 50 Centimeter vor. Von den Bogenanfängen an vermindert sich der Vorsprung aufwärts, weil die Einziehung der Schutzpfeiler sich gleich bleibt, während die Stirnmauern des Viaducts lothrecht sind.

Die Gewölbe sind im Schlusssteine 90 Centimeter stark und von den Extrados bis zur Bahnfläche, welches auch die Höhe der Oberkante von dem Krönungsgesimse ist, sind 85 Centimeter. Die Stärke des gedachten Gesimses beträgt 40 Centimeter.

Die Brustmauer hat 20 Centimeter Höhe und 50 Centimeter Stärke; die Fahrbahn ist 8 Meter zwischen denselben breit.

Der eine Stirnpfeiler (Landpfeiler) gleicht den Hauptpfeilern, nur der Fuss dehnt sich in den Bahndamm aus. Der andere Stirnpfeiler auf der Lyoner Seite ist mit ausweitenden Flügelmauern versehen, die mit der Axe des Viaducts einen Winkel von ungefähr 70° bilden. Diese Flügelmauern sind nach Innen mit Strebepfeilern versehen.

Der Viaduct ruht auf Béton, zum Theil auf fortlaufender Bettung, zum Theil auf getrennten Massen.

Die Mauerkanten sind von Werkstücken, die kleinen Pfeilerseiten von gewöhnlichem, die andern Facen alle von hartem Bruchstein *(meulière)*; die Brüstungsmauern bestehen aus Werkstücken.

Zum Emporschaffen des kleinern Materials hat man das System von Krahnen gebraucht, welches in dem zweiten Capitel beschrieben worden. Die Werkstücke wurden mit Hülfe von Haspeln mit Zahnrädern gehoben, die man auf einem Hauptgerüste fortschob. Der Bau soll 1 500000 Fr. gekostet haben, woraus für den Quadratmeter des Längendurchschnitts oder des Aufrisses 169 Fr. 38 Cent. erwachsen.

7. Viaduct der Manse.

(Fig. 20, Taf. 10.)

Dieser Viaduct wurde in der Nähe von Sainte-Maure auf der Eisenbahn von Tours nach Bordeaux zu Ueberbrückung des Thals, worin der Mansebach fliesst, aufgeführt. Seine Länge beträgt 303 Meter, die mittlere Höhe vom Thalwege auf 27,3 Meter und die grösste Höhe 34 Meter. Die Stirnfläche hält 8190 Quadratmeter.

Der Viaduct besteht aus einer Etage von 15 Bögen im Halbkreise mit 15 Meter Oeffnung. Die Bogenanfänge inmitten des Thals befinden sich 23,5 Meter über dem Boden, laufen parallel mit den Bahnschienen, so dass deren Fluchtlinie auf den Meter 0,005 Meter Neigung hat.

Die Oberkante des Sockels liegt 3,8 Meter über dem Fundamente und 3 Meter über dem gewachsenen Boden, so dass der Schaft des mittelsten Pfeilers 20,2 Meter Höhe mit Einschluss der Krönungsplatte hat. Die Höhe jedes andern Schaftes ist verschieden, weil ihre Basis in horizontaler, nicht aber paralleler Ebene mit den Schienen liegt.

Auf 8 Meter über dem Sockel sind die Schäfte der Pfeiler um 20 Centimeter eingezogen.

Die ganze Höhe des höchsten Pfeilers, von dem Béton auf, ist folgends eingetheilt:

	Meter.
Von dem Béton bis zu dem Niveau des Erdreichs .	0,8
Von dem Niveau des Bodens bis zur Oberfläche des Sockels	3,0
Von der Sockelhöhe bis zu der Einziehung des Schaftes	8,0
Der obere Theil des Schaftes, mit Inbegriff der Krönungsplatte von 50 Centimeter Höhe . .	12,5
Summe	24,30

Die verschiedenen Stärken des Pfeilers sind:

	Meter.
Ueber dem Béton	5,16
An der Oberkante des Sockels	5,00
Am Fusse des Schaftes	4,60
An der Einziehung des Schaftes	4,28
Daselbst	3,88
An den Bogenanfängen, die Ausladung des Bandes nicht gerechnet	3,40

Alle Pfeiler sind mit Vorköpfen versehen, die ihrer ganzen Höhe nach 1,60 Meter schmäler als die Pfeiler sind, und deren Stirnseiten auf den Meter Höhe 7 Centimeter Einziehung haben. Diese Schutzpfeiler ruhen auf Sockeln, die ein passendes Fundament bilden. Sie steigen mit gleicher Einziehung an den Stirnmauern bis zu der Höhe des Viaducts.

Die kleinen Pfeilerseiten haben eine Einziehung von 5 Centimeter auf 1 Meter und die Gewölbseiten von 2 Centimeter pr. Meter, so dass die Ausladung eines Schutzpfeilers beträgt:

	Meter.
An der Höhe des Viaducts unter der Krönungsplatte .	0,45
Am obern Ende des Pfeilers	0,90
An der Einziehung des Schaftes	1,14
Am Fusse des Schaftes	1,30

Die Länge des Pfeilers auf dem Béton ist 14,86 Meter, die Breite des Viaducts von einer Stirnseite zur andern in der Höhe, ohne die Schutzpfeiler, 8,5 Meter und die freie Bahn, zwischen den Brustmauern 7,8 Meter.

Die Bögen sind 90 Centimeter im Schlusse; die Mörtellage 10 Centimeter stark, und der Abstand von der Oberfläche der Mörtellage zu der Bahnfläche beträgt 1 Meter. Die Brustmauer ist 1 Meter hoch. Auf die Mörtelschicht ist ein Asphaltguss aufgebracht. Die Gewölbschenkel sind mit Sandbéton ausgefüllt und der Wasserabzug ist auf die Weise, wie bei dem Viaduct des Indre, angeordnet.

Die Stärke der Stirnpfeiler, in der Axe des Viaducts gemessen, ist bei dem einen 16,4 Meter, bei dem andern 14 Meter. In diesen Maassen ist bei jedem Stirnpfeiler ein Schacht von 7 Meter Durchmesser begriffen, der mit Sand angefüllt und oben mit einem Gewölbe geschlossen ist.

Der Viaduct ruht auf einem Fundamente von Béton, das gegen einen Meter Vorsprung vor die Pfeilerwände hat. Die Mauerung ist ausgeführt mit Bruchsteinen, die sehr sauber *en bossage* gearbeitet sind; die Ecken sind von Werkstücken aufgeführt; die Pfeiler haben eine Befestigung von 10 vollen Schichten Werkstücken.

Die Bruch- und Werksteine zu dem Baue konnten fast am Fusse desselben ausgebeutet werden.

Das Aufziehen des Materials zu der Aufmauerung der Pfeiler und der ersten Wölbsteine geschah durch Pferdehaspel und durch Richtbäume, die zwischen den Pfeilern in der Axe des Viaducts aufgerichtet und durch Strebebänder gestützt waren. Ein Haspel bediente zugleich zwei Pfeiler mit Hülfe zweier Richtbäume, so dass, wenn an dem einen die Last gehoben wurde, an dem andern das Seil leer herabging.

Nachdem die Lehrbögen aufgerichtet waren, wurden die Richtbäume entfernt und durch Gebälke auf den Rüstbögen ersetzt.

Der Viaduct des Mansethals ist von den Ingenieurs Beaudemoulin und Morandière in dem Zeitraume 1847—1848 erbauet worden. Die Gesammtkosten betrugen 1213700 Fr. und sonach der Quadratmeter des Längenprofils 148 Fr. 19 Cent.

8. Viaduct von Avon.

Der Viaduct von Avon, über den die Paris-Lyoner Eisenbahn führt, liegt unweit der Station Fontainebleau; er beschreibt eine Curve von 2000 Meter Halbmesser. Die 30 Gewölbe, aus denen er besteht, sind im vollen Bogen und haben 10 Meter Oeffnung; dessen ganze Länge beträgt 400 Meter, die grösste Höhe 21 Meter, die mittlere 20 Meter und das Längenprofil 8000 Quadratmeter.

Fünf Hauptpfeiler theilen den Viaduct in 6 Abtheilungen zu fünf Bögen.

Die Mittelpfeiler sind oben 2,5 Meter im Mittel stark und 9 Meter lang; die mittlere Stärke am Fusse des Schaftes über dem Sockel ist 3 Meter und die Länge 10 Meter; der letztere ladet 20 Centimeter über den Schaft aus. Dessen Höhe ändert sich von 0—3,15 Meter nach den Biegungen des Bodens. Die Einziehung ist gegen 5 Centimeter an der Stirnseite und 25 Millimeter an den Langseiten und zwar sowohl bei den Haupt-, als auch Mittelpfeilern; auch ist bei den ersteren die Ausladung des Sockels über den Schaft 20 Centimeter.

Die Stärke der Hauptpfeiler ist oben 4 Meter, unten an der Grundfläche des Schaftes 4,5 Meter; die Länge, ohne Strebepfeiler, an der Krone 9 Meter, am Fusse des Schaftes 10 Meter. Von der Höhe des Viaducts bis zu dem untern Ende des Schaftes messen die Strebepfeiler 2,5 Meter in der Breite, und deren Vorsprung vor die Pfeilerflucht beträgt regelmässig 55 Centimeter. Ueber dem Pfeiler verringert sich der Vorsprung, weil die Einziehung der Strebepfeiler mit 5 Centimeter auf 1 Meter fortsetzt, die Stirnmauern der Bögen aber senkrecht sind.

Der eine Stirnpfeiler ist 14 Meter, der andere dagegen nur 5,8 Meter im Ganzen lang; der Fuss der Böschung von dem Bahnkörper erstreckt sich bei jenem bis an den Fuss des ersten Pfeilers, während der an letzterem sich bis an den vorletzten Pfeiler verläuft.

Das Mauerband, welches die Pfeilerkrone bildet, ist 40 Centimeter hoch, mit Einschluss der 5 Centimeter hohen Abschrä-

gung; dessen Ausladung beträgt 5 Centimeter; es umgreift die Strebepfeiler nicht mit.

Das Krönungsgesims des Viaducts hat 40 Centimeter Höhe, wovon 5 Centimeter der Abschrägung angehören; dessen Ausladung ist 20 Centimeter.

Die Höhe der Brustmauer über der Krönungsplatte ist 1,25 Meter, deren Stärke 50 Centimeter, und die Höhe über der Fahrbahn gegen 90 Centimeter.

Die Bahnbreite im Lichten ist 8 Meter und die Breite des Viaducts von einer Stirnseite zur andern 9 Meter. Auf der ganzen Länge des Baues hat man Gegenschienen gelegt.

Der Wasserabfluss findet durch Röhren Statt, die in der Bahnaxe, in 2—3 Meter Höhe über den Bogenanfängen, unter den Wölbungen ausmünden.

Die Mauerkanten hat man von Werksteinen aufgeführt; zu den Stirnen der Gewölbe und den grösseren Seiten der Pfeiler sind Verkleidungen von rauhgespitztem hartem Bruchstein *(meulière)* gewählt. Die Wölbsteine, die Stirnen der Landpfeiler und der Bogenpfeiler sind von gespitztem Bruchstein gemauert *).

Die Eckwerkstücke der Pfeiler sind wechselnd 80—90 Centimeter lang. Die Wölbsteine haben 80 und 60 Centimeter Breite im Bogen und 80 Centimeter Höhe vom Intrados zum Extrados.

Der Abstand zwischen dem Bogen und der Krönungsplatte unter der Brustmauer beträgt 75 Centimeter.

Der Viaduct wurde im Jahre 1847 erbaut.

---

*) Unter „Werkstücken" *(pierre de taille)* werden alle Steinblöcke verstanden, deren Gewicht zu gross ist, als dass sie von einem einzelnen Manne fortgeschafft werden könnten.

Man unterscheidet härtere Werksteine *(pierre dure)* und weichere *(pierre tendre)*. Unter „*meulière*" (Mühlstein) versteht man in Frankreich ein oft kieselhartes, mehr oder weniger grobkörniges, meist mit Höhlungen durchsetztes Conglomerat von Quarz- und Kalktrümmern, mit Thon und Eisenoxyd gemengt und gekittet, welches wegen undichter Textur nur rauh gespitzt werden kann, zu Wasserbauten sehr brauchbar ist. Dessen Härte ist nach der Zusammensetzung verschieden.

„Moëllons" (Bruchsteine) nennt man die Steinbrocken aus Brüchen, welche die Werkstücken liefern. Sie sind, wie sich versteht, sehr verschiedener Art und werden in unregelmässiger Form, wie auch schlicht behauen (Quader), verarbeitet.

Der Uebersetzer.

9. Viaduct von Arles.

Die Avignon-Marseiller Eisenbahn geht unweit Arles durch eine sumpfige Ebene, in welcher ein kleiner Bach fliesst. Diese wegbar zu machen, wurde ein Viaduct von 31 Bögen in Korblinie angelegt, deren Gewölbanfänge mit dem Terrain abschneiden.

Die Länge des Viaducts beträgt 770 Meter, die Höhe, welche von einem Ende zum andern ziemlich gleich bleibt, ist 8,5 Meter. Die Bögen haben 21 Meter Oeffnung und sind auf $\frac{1}{3}$ gedrückt. Die Pfeiler sind gänzlich in den Boden versenkt und haben an den Bögen 3,10 Meter Stärke. Ueber der Pfeilerhöhe hat man an den Tympans einen platten Pfeiler von Werkstücken angebracht, der 2,39 Meter breit ist und vor die Stirnflucht vorspringt. Die Basis dieses Pfeilers hat 1 Meter Höhe über die Bogenanfänge und 3,1 Meter Breite. Der Schaft, der unter der Platte des Viaducts reicht, ist 6 Meter hoch.

Der Bach nimmt zwei Bögen ein.

Der Bau ist theils von Bruchsteinen, theils von Werkstücken aufgeführt, auf 3000 Pfähle von 12—13 Meter Länge fundirt und durchsetzt eine Torfschicht.

Die Gesammtkosten des Baues betragen, nach dem amtlichen Berichte des Herrn Chasseloup-Laubat, 2 Millionen Francs. Da die Fläche des Aufrisses, voll gerechnet, 6445 Quadratmeter hält, so kostet der Quadratmeter 310 Fr. 32 Cent

10. Viaduct von la Compe de Fin.

Dieser Viaduct gehört zu der Eisenbahn von Paris nach Lyon, liegt bei Velars, zwischen Dijon und Tonnerre und hat zwei Etagen Gewölbe. Er ist im Ganzen 43 Meter hoch und 220 Meter lang und wurde im Jahre 1850 erbaut.

11. Viaduct von Maintenon.

Auf der Eisenbahn von Paris nach Chartres liegend, unweit Maintenon. Er besteht aus 32 Bögen in Halbkreis, ist 321,5 Meter lang, in grösster Höhe 18,70 Meter, in mittler 18 Meter und hat im Aufrisse 5787 Quadratmeter.

Die Stirnseiten der Pfeiler und die Archivolten der Gewölbe sind von Sandstein in Bossage gearbeitet und 5 Centimeter über die Mauerflucht vorspringend, die in gespitztem, hartem Stein *(meulière)* gemauert ist. Die Sockel haben eine Verkleidung von ge-

schnittenem Sandstein; die Mauerbänder an den Bogenanfängen, die Deckplatten und Brustmauern sind von gewöhnlich bearbeiteten Werkstücken.

Die Bogenöffnung ist 8,25 Meter und die Pfeilerstärke an der Krönung 1,7 Meter, die Gewölbdicke im Schlusse 70 Centimeter.

Die Pfeilersockel haben 2,5 Meter Dicke und verschiedene Höhen; der grösste ist 1,14 Meter hoch.

Die Schäfte sind mit der obern Deckplatte 11 Meter hoch, am Fusse 2 Meter stark.

Die kleinern Pfeilerseiten sind ohne Einziehung, die grössern verjüngen sich auf 1 Meter um 14 Millimeter.

Das Band an den Bogenanfängen ist 40 Centimeter dick, wovon 5 Centimeter von Oben abgewässert sind; die Ausladung vor der Stirnflucht in hartem Stein beträgt 25 Centimeter.

Die Wölbsteine der Stirnbögen haben 75 Centimeter Höhe. Die Krönungsplatte ladet, bei 40 Centimeter Höhe, 30 Centimeter aus und liegt mit der Oberfläche in dem Niveau der Schienen, welches 90 Centimeter über dem Scheitel des Extrados befindlich.

Die Brustmauern sind 40 Centimeter dick und 85 Centimeter hoch; ihr lichter Abstand beträgt 7,5 Meter, folglich ist die ganze Breite des Viaducts von einer Stirnmauer zur andern 8,3 Meter.

Der Bau ruht auf einem fortlaufenden Bett von Béton. Das Regenwasser fliesst durch Röhren ab, die im Scheitel der Gewölbe und in der Axe des Viaducts angebracht sind.

Die Stirnpfeiler haben Flügelmauern, welche in ziemlich normaler Richtung auf die Bahnachse liegen.

Der Kunstbau wurde im Monat März 1845 begonnen und im Juni 1848, mit einem Aufwande von 843360 Fr. beendet und, da das Längenprofil 5787 Quadratmeter hält, so kostet 1 Quadratmeter 145 Fr. 73 Cent.

12. Viaduct von Saint-Chamas.

(Fig. 10, Taf. 10.)

Der genannte Viaduct, unweit Saint-Chamas, liegt auf der Eisenbahn von Avignon nach Marseille und bildet eine Curve von 385 Meter Länge. Die grösste Höhe von 22,6 Meter findet nur bei der Ueberbrückung einer Schlucht Statt; im Mittel ist sie 13,7 Meter, welches Mass sie nur auf wenig Puncten des Viaducts übersteigt.

Im Vollen gerechnet, ist die Fläche des Längendurchschnitts 5274 Quadratmeter.

Der Viaduct enthält 49 Spitzbögen, auf 50 Pfeilern, mit Einschluss der Stirnpfeiler. Die Bögen haben 6 Meter Oeffnung und die, im Querschnitte trapezförmigen, Pfeiler sind in der ganzen Schafthöhe 1,84 Meter auf der einen und 1,78 Meter auf der andern Seite stark; der Schaft ist 9,5 Meter hoch und 4 Meter breit.

Die Curven von Werkstücken, woraus die Spitzbögen gebildet sind, dergestalt oberhalb verlängert, dass jedes Mal dazwischen ein Pfeiler und der zugehörige Gewölbwinkel wegfällt, würden einen Viaduct von vollen Bögen bilden, deren Durchmesser 13,81 Meter wäre *).

Die Zurüstung der Bögen ist selbst auf diese Art erfolgt, so dass deren Aufrichtung leicht wurde, ohne der Festigkeit Eintrag zu thun.

Die Gewölbwinkel sind durch die ganze Stärke des Viaducts hohl. Jede solche Höhlung wird oberhalb durch die Verlängerung der Gewölbschenkel, unten durch einen verkehrten Bogen geschlossen. Die Stirnen des obern Bogens, in den Gewölbwinkeln, sowie die gothischen Bögen sind von weissen Werkstücken von 50 Centimeter Länge, die Stirnen der verkehrten Bögen von rothen Ziegeln; deren Wölbung ist mit einer Lage Mörtel beschlagen.

Die Sockel laden 10 Centimeter über den Schaft aus; deren Höhe ändert sich nach den Wellungen des Bodens und ist fast auf der ganzen Länge des Viaducts versenkt. Die Sockel der in der Schlucht stehenden 8 Pfeiler, wovon drei auf der Sohle, die übrigen in der Abdachung stehen, haben abgerundete Vorköpfe.

Die Höhe des Viaducts über dem Wege, der nach St. Chamas durchführt, besteht im Einzelnen:

	Meter
Sockel	1,025
Schaft	4,00
Band am Anfang der Bögen	0,30
Halbmesser des Gewölbes .	6,905

*) Die äussern Kreisstücke zweier nebenstehenden Bögen werden sonach zu einem Halbkreise durch ein drittes über die Scheitel der Bögen hinaus ergänzt, dessen Halbmesser 6,905 Meter, die Sehne 7,81 und der Pfeil 1,81 Meter ist.

	Meter.
Länge der Wölbsteine .	0,50
Stirnmauer	1,20
Deckplatte	0,45

Die Krönung vertritt die Stelle der Brustmauer. Das Regenwasser wird durch Rinnen abgeleitet, welche die Pfeiler in deren Axe lothrecht durchsetzen und auf dem Boden ausmünden.

Die Stirnseiten der Pfeiler und Bögen sind von behauenem Steine oder von festem, sauber gespitztem Bruchsteine und haben Fugen von 5 Millimeter Breite.

Die Baukosten des Viaducts betragen, nach amtlicher Erörterung, 790000 Fr., demnach für den Quadratmeter des Aufrisses 194 Fr. 79 Cent.

13. Viaduct von Saint-Germain.

(Fig. 22, Taf. 10.)

Dieser Bau findet sich auf der atmosphärischen Eisenbahn von St. Germain bei Paris. Er beschreibt eine Curve von 1000 Meter Halbmesser, ist 250 Meter lang, in der grössten Höhe 23,50, in mittler 20,25 Meter über dem Wiesengrunde. Ihn bilden 20 volle Bögen; seine Oberfläche liegt jedoch nicht horizontal, sondern bildet mit der Schienenbahn eine Rampe von parabolischer Form, deren Fall im Mittel 28 Millimeter auf 1 Meter (1 : 36) beträgt.

Die Pfeiler haben am Gipfel 1,9 Meter Stärke und 8,27 Meter Länge. Die Stirnseiten sind 57 Millimeter, die Langseiten 42 Millimeter pr. Meter verjüngt. Jeder Pfeiler hat einen Sockel von 1 Meter Höhe mit gleicher Einziehung und 10 Centimeter Ausladung. Dieser Sockel ist nicht sichtbar; dessen Oberfläche liegt im Allgemeinen 2 Meter unter dem gewachsenen Boden; er ist auf eine Bétonlage von 2,5 Meter Dicke gegründet, welche an sich von einem Pilotement getragen wird, wovon die Köpfe von dem Béton umhüllt sind. Sonach ruht der ganze Viaduct auf 1200 Pfählen von 6 - 8 Meter Länge.

Die drei letzten Pfeiler werden durch drei trocken aufgeführte Mauern von 1,5 Meter Dicke verbunden, die dem Viaduct parallel liegen. Diese Mauern sind durch Gewölbe unterstützt, deren Anfänge auf dem Pfeilerfundamente liegen. Andere trockne Mauern sind hinter dem letzten Pfeiler angebracht.

Diese verschiedenen, in Fig. 22 durch punctirte Linien bezeichneten, Constructionen erheben sich nicht über die Bogenanfänge des Viaducts. Der letztere Pfeiler ist nicht stärker als die andern, jedoch mit dem vorletzten durch einige eiserne Anker verbunden.

Das ganze beschriebene System von Mauerung ist vorzüglich desshalb angenommen worden, weil man dem Drucke der sehr hohen Auffüllung, die auf dem Hange eines Hügels liegt, welcher einige Thonschichten enthält, Widerstand leisten wollte. Der Stirnpfeiler am andern Ende des Viaducts ist gemeinschaftlich mit einer hölzernen Brücke über die Seine und ist sehr stark.

Die Gewölbe sind 95 Centimeter im Schlusse stark und extradosirt nach Ebenen, die mit der Bahnlinie Winkel von 13° bilden. Auf ihnen liegt eine Mörtelschicht von 5 und auf dieser eine Asphaltlage von 15 Millimeter.

Das Regenwasser fliesst unter die Gewölbe durch eiserne Röhren ab, die in der Durchschnittslinie der schiefen Extradosebenen und mit der Bahnebene in einem Winkel von 32° die Gewölbe durchsetzen.

Der Raum zwischen dem Asphaltlager und dem Ballast ist mit Bruchsteinen ausgefüllt. Die Stirnmauern der Gewölbwinkel sind zwischen dem Niveau der Extrados und der Beschüttung 1,1 Meter dick, über diesem Niveau, d. i., in der Höhe des Ballastes haben sie nur 50 Centimeter Stärke.

Den Viaduct krönt eine Werksteinplatte von 40 Centimeter Stärke und 72 Centimeter Breite, die 22 Centimeter über die Stirnmauer ausladet; diese Platte trägt ein eisernes Schutzgitter.

Die Breite des Viaducts unter dieser Platte ist 7,5 Meter. Die Verjüngung der Gewölb- und der Pfeilerstirnmauern beträgt auf den steigenden Meter 57 Millimeter.

Die Pfeiler des Viaducts sind gänzlich von rauhgespitzten Bruchsteinen, mit Fugen von ungefähr 2 Centimeter Dicke construirt; zu den Stirnbögen hat man gekrönelte Bruchsteine verwendet, dagegen sind die Tympans und Wölbsteine von ganz rohem, hartem Steine *(meulière)*.

Da die Gesammtkosten 435028 Fr. betragen haben, so kommt auf den Quadratmeter des 5062 Quadratmeter haltenden Aufrisses 85 Fr. 94 Cent., ein sehr geringer Betrag bei den beträchtlichen Arbeiten in dem Grunde. Der Bau wurde (im Jahre 1845 unter der Leitung des Oberingenieurs Eugène Flachat ausgeführt,

Anfangs Frühjahrs begonnen und zu Ausgang des Herbstes beendet.

Das Material schaffte man durch ähnliche, bei dem Indre-Viaducte beschriebene, Krahne auf die Höhe, die jedoch weit leichter construirt waren, weil sie nur zu kleinem Material und nicht zu Werkstücken verwendet wurden, wesshalb sie auch nur ein Pferd bediente.

Der Krahnschwengel bestand aus zwei, 3 Centimeter ($1\frac{1}{6}$ Zoll) starken Bretern, zwischen denen die Rollen an Bolzen liefen. Die Pfanne *o* (Fig. 2, Taf. 6) war nur ein plattes, in der Mitte eingebogenes, aufgeschraubtes Eisenstück. Der hohle Theil dieser Pfanne lag unmittelbar an dem Richtbaume an, ohne dass ein Halsring vorhanden war; ebenso fehlte auch der grosse auf dem Strebeband *h* liegende Bolzen; nur reichte dieses Band etwas unter die Schwellen *d* und *e*. Der am Fusse der Mauer befindliche beschwerte Kasten (Fig. 18) war durch einen eingeschlagenen Pfahl vertreten.

Die verschiedenen Abmessungen dieses Krahns waren:

1. Hölzer.

	Meter.
Ganze Länge des rüsternen oder eichenen Richtbaums *a*	2,98
Länge desselben von der Unterkante der Schwellen *d* und *e* bis zum Halsband *n*	1,9
Länge des Halses von dem Halsringe *n* bis zum Gipfel	0,8
Stärken des Baums *a* am Stammende	0,14—0,14
Desgleichen unter dem Halsringe *n*	0,13—0,13
Durchmesser des Halses über dem Ring *n*	0,11
- am obern Ende	0,09
Länge der Schwellen *d* und *e*	3,00
Stärken derselben	0,2—0,06
Länge der Schwellen *b* und *c*	3,14
Stärken derselben	0,08—0,06
Entfernung der Axe des senkrechten Baums von der Mitte der Klötze *i* und *k*	1,37
Stärken dieser Klötze *i* und *k*	0,08—0,08
Normaler Abstand der Grundfläche der Schwellen *d* und *e* von dem obern Ende der Bänder *g* und *f*	1,26
Stärken der Bänder *g* und *f*	0,07—0,07
Horizontaler Abstand der Axe des Baums *a* von dem Bolzen, der das Band *h* mit den Schwellen *d* und *e* verbindet	1,15
Normaler Abstand der Unterflächen der Schwellen *d* und *e* von dem obern Ende des Bandes *h*	1,4
Stärken des Bandes *h*	0,07—0,07
Länge des Krahnschwengels bis an den Baum *a*	1,85
Stärken der Schwengelarme	0,2—0,03
Abstand der Rollen von Achse zu Achse	1,05
Entfernung des Baums von der Achse der ersten Rolle	0,4

2. Eisen.

Durchmesser der Rollen	0,25
- der Rollenbolzen	0,02
- der verschiedenen andern Bolzen	0,15
- des Zapfens am Ende des Baums	0,03
Stärken des Eisens zu dem Halsringe	0,03—0,005
- - - zu dem Ringe *n*	0,025—0,015
- - - zu den Bügeln *i* und *k*	0,03—0,01

Da die Mauerung des Viaducts von St. Germain sehr eilig ausgeführt wurde, so haben wir untersucht, welchem Drucke man frische Mauern unterziehen kann, und gefunden:

Es wurde ein Pfeiler von 17,16 Meter Höhe über dem Béton in 16 Tagen aufgemauert; dessen Schaft war in 14 Tagen vollendet; die Last, welche am Ende der 14 Tage der Fuss des Schaftes zu tragen erhielt, betrug 2,61 Kilogrammen auf den Quadratcentimeter.

Die Legung der ruhenden Bögen und das Aufstellen der Rüstbögen dauerte 11 Tage, und zu der Schlusswölbung brauchte man noch 13 Tage. Der Mörtel zum Fusse des Schaftes lag dann 38 Tage und wurde mit 4,16 Kilogrammen auf den Quadratcentimeter belastet; der Mörtel der obern Steinlage des Pfeilers, der 24 Tage gelegen hatte, ertrug eine Belastung von 3,18 Kilogrammen, und die letzte Bétonschicht, die 43 Tage alt war, trug 3,79 Kilogrammen.

Mit gleicher Geschwindigkeit wurde alles Mauerwerk des Viaducts von St. Germain aufgeführt, mehre Bögen noch im Spät-

herbste bei regenigter Witterung. Bekanntlich bindet der Mörtel in solcher Zeit sehr langsam, zumal in dem Innern dicker Mauern oft nur unmerklich. Die Mauern des Viaducts hatten daher nur geringe Härte und würden, bei einem Versuche im Kleinen auf der Stube, vielleicht nicht die halbe Last getragen haben, die ihnen hier ohne Einfluss aufgebürdet wurde.

14. Viaduct des Val-de-Fleury.

(Fig. 15¹, Taf. 10.)

Dieser war der erste Viaduct von einiger Bedeutung, der in Frankreich für eine Schienenbahn erbauet wurde. Er liegt in der Paris-Versailler Bahn des linken Ufers, unweit Meudon. Seine Höhe über dem Boden ist 32,6 Meter, seine Länge 142,71 Meter. Er besteht aus zwei Etagen, eine jede von 7 Bögen im Halbkreise, von Bruch- und Werksteinen gemauert.

Die Bögen der ersten Etage haben 7,9 Meter Durchmesser und 1,5 Meter Stärke im Schlusse; ihre Pfeilergewände sind 3,5 Meter hoch und 5,1 Meter am Bogenanfange, 5,5 Meter am Niveau des Bodens dick. Die Höhe dieser ersten Etage misst, mit der Krönung von 55 Centimeter Dicke, 8,6 Meter. Die Breite derselben zwischen beiden Stirnseiten der Bögen ist 7,98 Meter; die Länge der Pfeiler, ohne die Strebepfeiler, ebenfalls 7,98 Meter. Die Strebepfeiler steigen in die Verlängerung der zweiten Etagepfeiler; sie treten in der Höhe der ersten Etage 1,73 Meter und unten 2,73 Meter vor, so dass die ganze Breite, welche der Viaduct auf der Bodenfläche einnimmt, 13,31 Meter beträgt.

Die Fundamente liegen auf Kreide, einige reichen auf 14 Meter unter die Bodenfläche. Sie bestehen aus Mauerung, mit Ausnahme einer Bétonschicht von veränderlicher Dicke, die unmittelbar auf der Kreide liegt.

Die Bögen der zweiten Etage haben 10,7 Meter Oeffnung und 1 Meter im Schlusssteine. Die Pfeiler sind oben 2,3 Meter dick und 7,98 Meter lang; an der Base auf der ersten Etage haben sie 2,73 Meter Stärke und 11,44 Meter Länge, sind 14,9 Meter hoch, ohne die Krönung von 55 Centimeter Stärke, und die Einziehung der längern Seiten beträgt 14,5 Millimeter pr. steigenden Meter, die der Stirn- oder schmäleren Seiten im Mittel 116 Millimeter; im Mittel, weil die Stirnfläche der Pfeiler eine Einziehung von 10 Centimeter bei ungefähr 80 Centimeter über der Krönung der ersten Etage haben. Die wirkliche Einziehung der Stirnseiten beträgt gegen 110 Millimeter pr. steigenden Meter.

Die Stirnpfeiler sind 27,48 Meter lang und haben in der Mitte einen leeren Raum von 4 Meter Breite und 20 Meter Länge, der durch Gallerien auf der einen Seite auf die erste Etage und von der andern auf einer Treppe nach der Fahrbahn führt.

Dieser Raum theilt sich in vier Etagen durch Gewölbe in vollem Bogen. Durchgänge von 1,3 Meter Breite in den Pfeilern gestatten die Communication von einem Ende der ersten Etage zu dem andern.

Die Brustmauern sind 44 Centimeter dick, 1 Meter hoch; die freie Bahn zwischen ihnen ist 7 Meter und der Abstand der Schienen von dem Extrados 90 Centimeter.

An den Anfahrten des Viaducts entstand eine sehr beachtenswerthe Bewegung des Lettens durch den Druck der ausserordentlichen Aufschüttung der Dämme, die zu dem Viaduct führen. Diese Bewegung hat mehre Jahre gedauert und zeigte sich schon von dem Augenblicke der Auffüllung an. Diese übte nämlich, indem sie den gewachsenen Boden belastete, eine Verdichtung auf eine tiefer gelegene Lettenschicht, die eine so umfassende Senkung hervorbrachte, dass auf eine grosse Entfernung Häuser sich hoben und einstürzten. Nach Maassgabe höherer Auffüllung nahmen diese Bewegungen ab und die Lettenschicht hob mehr und mehr den Thalboden. So wurde die Baumallee eines Gartens auf einer Stelle ihrer ganzen Breite nach verrückt, während sie auf andern Stellen unbewegt blieb. Die Befriedigungsmauer war mit der Allee fortgerückt, zeigte aber keine Störung ausser in den Brüchen, wo der eine Gartentheil sich von dem unbewegten Theile getrennt hatte.

Man hat Verzicht geleistet, in den ersten 7—8 Jahren das Nachfüllen des Dammes beenden zu können, und hat das Planum durch Zimmerung zu erhalten versucht. Es wurden Anfangs Holme auf Pfähle verlegt, bald aber folgten die Pfähle der allgemeinen Bewegung und man musste dafür Holztafeln auf Ballast unterlegen. Wenn sich eine Senkung zeigte, so gestattete dieses System den liegenden Rost höher zu bringen, wie es bei den Schwellen auf Eisenbahnen geschieht.

Die Bewegung des Lettens hat auf den Viaduct nur unbedeutenden Einfluss gehabt, weil dessen Fundament auf festem Grunde stand; indessen hat sich doch der eine Stirnpfeiler unge-

achtet seiner breiten Basis, etwas gesenkt und einige Wölbsteine der ersten Etage gesprengt.

Der Viaduct wurde unter der Leitung der Herren Perdonnet und Payen gebauet.

15. Der Viaduct von la Combe-Bouchard.

Dieser Bau liegt bei Velars auf der Paris-Lyoner Bahnstreke der Section von Dijon nach Tonnerre. Er hat zwei Etagen Bögen, ist im Ganzen 39 Meter hoch und 156 Meter lang. Die Beendigung erfolgte im Jahre 1850.

16. Der Viaduct von la Guerche.

Er gehört der Centralbahn von Chateauroux und Limoges, besteht aus zwei Etagen und hat gegen 45 Meter Höhe.

Ein anderer dieser Bahn gehöriger Viaduct, 6—7 Lieues von Limoges, war 1850 noch nicht vollendet; er soll 40 Meter Höhe haben und überbrückt die Gartempe.

17. Viaduct von Nimes.

Dieser an Nimes liegende Viaduct ist Zubehör der Eisenbahn von Nimes nach Montpellier. Er beschreibt zur Hälfte seiner Strecke eine Curve, ist 8 Meter hoch und gegen 550 Meter im Ganzen lang. Ihn bilden 67 volle Bögen von 6 Meter Durchmesser, welche von 2 Meter dicken und 3 Meter im Mittel hohen Pfeilern getragen werden. Das Material ist ein rauhgespitzter Bruchstein, ohne Fugenverstrich, an den Kanten Werkstücke.

An dem einen Ende dieses Baues befindet sich ein Ausweicheplatz für Reisende, von dem aus unmittelbar ein zweiter Viaduct von ziemlich gleicher Länge anhebt.

18. Viaduct von Beaugency.

Man passirt diesen Viaduct bei Beaugency auf der Bahn von Orleans nach Tours. Dessen Länge ist 278 Meter, die grösste Höhe 17,7 Meter, die mittlere 15,25 Meter. Sein Aufriss bietet eine Fläche von 4239 Quadratmeter.

Die 25 Bögen sind im Halbkreise von 8,4 Oeffnung; 20 seiner Pfeiler sind an den Bogenanfängen 1,6 Meter, die vier Hauptpfeiler 2,6 stark; zwischen jedem Paar Hauptpfeiler liegen fünf Bogen.

Die Stirnpfeiler haben 1,6 Meter Stärke und werden durch zwei Flügelmauern gesichert, die parallel der Bahnaxe laufen. Letztere sind 8 Meter lang, 2,8 Meter stark und lassen einen innern Raum von 3,7 Meter Weite, der mit trockener Mauer ausgefüllt ist.

An den Langseiten haben die Pfeiler 0,025 und an den Stirnseiten 0,04 Meter Einziehung; sie sind bis zu den Gewölbbögen 8 Meter hoch. Die Hauptpfeiler sind auf jeder Seite noch mit Strebepfeilern versehen, wodurch sie eine Länge von 8,8 Meter erhalten.

Die Höhe des Viaducts über dem Boden theilt sich folgendermassen ein:

	Meter
Der Sockel	1,50
Der Schaft nebst dem Gurt an den Gewölbanfängen	9,15
Halbmesser des Bogens	4,20
Stärke des Gewölbes im Schlusse	0,80
Decklage	0,10
Abstand derselben von dem Bahnniveau . . .	0,95
Brustmauer	1,00
Summe	17,70

Die krönende Platte ist 35 Centimeter dick und ladet 30 Centimeter aus. Der Sockel tritt 10 Centimeter über den Schaft vor. Die Stärke der Brustmauer ist 40 Centimeter und deren lichter Abstand 7,4 Meter, sonach die Entfernung der beiden Stirnmauern 8,2 Meter.

Da die Breite des Viaducts nur 8 Meter beträgt, so hat jede Brustmauer eine Ueberragung von 10 Centimeter.

Jeder Pfeiler ist durch drei eiserne Rahmen verankert, die innerhalb horizontal, und zwar der eine in der Mitte der Pfeilerhöhe, der andere im dritten Viertel und der dritte an den Bogenanfängen, liegen. Jeder solcher Rahmen ist zusammengesetzt aus zwei grossen parallelen Eisenstangen, die durch sechs kleine Querstangen rechtwinkelig verbunden werden. Alle diese Eisenbarren werden durch lothrechte, in die Mauer versenkte, 50 Centimeter lange Bolzen gehalten.

Die Stirnmauern der Bögen sind durch eiserne, der Bahnaxe senkrecht eingelegte Schienen verankert. Das Innere der Gewölbwinkel ist mit rohen Bruchsteinen ausgefüllt, und das Regen-

wasser findet seine Ableitung durch Röhren, welche die Gewölbe durchsetzen. Um nöthigenfalls diese Röhren reinigen zu können, hat man oberhalb zwischen den beiden Gleisen Senklöcher angebracht.

Die Mörtellage ist noch mit einer Asphaltschicht bedeckt.

Der Viaduct von Beaugency ruht auf Béton, und zwar 15 Pfeiler auf fortlaufender Schicht, zwischen zwei Spundwänden; die übrigen und die Stirnpfeiler haben abgesonderte Fundamente.

Der Viaduct wurde unter Leitung der Ingenieurs Thoyot und Foulon gebauet, kostete 665000 Fr., also pr. Quadratmeter des Längendurchschnitts, als vollgerechnet, 156 Fr. 88 Cent.

19. Viaduct von Combe-Neuvon.

Der genannte Viaduct ist 126 Meter lang und 20 Meter hoch, liegt unweit Plombières bei Dijon auf der Eisenbahn von Paris nach Lyon.

20 und 21. Die Viducte von Lée und Mâlain.

Beide Baue gehören zu der Eisenbahn von Paris nach Lyon und liegen an dem Eingange des Tunnels von Blaisy bei Dijon.

Der Viaduct von Lée ist 234 Meter lang und 20 Meter hoch; der von Mâlain 22 Meter hoch und 225 Meter lang.

22. Viaduct von Malaunay.

Derselbe liegt auf der Bahn von Rouen zum Hafen, hat 150 Meter Länge und 26 Meter in der grössten Höhe. Die acht Bögen, die ihn bilden, sind Halbkreise von 15 Meter Oeffnung; die Pfeiler stehen auf Pfahlrost.

Der Viaduct ist ganz von gebrannten Steinen aufgeführt und, wie die von Barentin und Mirville, einer Probelast von 3000 Kilogrammen auf den Quadratmeter unterworfen worden. Da der Mörtel zur Zeit der Probe noch wenig Härte zeigte, so hatte man aus Vorsicht die Pfeiler vorläufig mit Eisenringen umgeben, um ihren Widerstand zu verstärken.

23. Viaduct von Aveyres.

Dieser Viaduct gehört zu der Eisenbahn von Tours nach Bordeaux; er liegt zwischen Libourne und Bordeaux und besteht aus 8 Bögen von 8 Meter Oeffnung. Die Beendigung des Baues geschah im Jahre 1851.

24. Der Viaduct von Lormont

liegt nahe bei Bordeaux, auf der Bahn von Tours nach Bordeaux, ist in den Jahren 1850 und 1851 gebauet und enthält 21 Bögen.

25. Der Viaduct von Tavers.

Man passirt diesen Viaduct auf der Eisenbahn von Orleans nach Tours. Er ist 141 Meter lang, hat 19 Meter grösste und 17,5 Meter mittle Höhe. Das Längenprofil hält 2473 Quadratmeter.

Er enthält 12 volle Bögen von 8,4 Meter Oeffnung. Die Pfeiler sind unter den Bogenanfängen 1,6 Meter dick, mit Ausnahme zweier Hauptpfeiler, deren Stärke 2,6 Meter beträgt; die Bögen im Schlusse 80 Centimeter stark.

Sämmtliche Details dieses Viaducts sind wenig von dem bei Beaugency, der oben Nr. 18 beschrieben worden, verschieden; er ist wie dieser mit Eisen armirt.

Die Länge der Pfeiler an der Krone ist 8,12 Meter. Der Bau ist mit Bruchsteinen, an den Kanten mit Werkstücken aufgeführt und hat 275000 Fr. gekostet, wonach der Quadratmeter des Aufrisses, als volle Mauer gerechnet, 111 Fr. 20 Cent. zu stehen kommt.

26. Viaduct von Chartres.

Man trifft diesen Viaduct bei Chartres auf der Bahn von Paris nach Chartres; er ist mit den Flügelmauern 180 Meter lang, 8 Meter hoch und beschreibt eine Curve von 800 Meter Radius.

Es bilden ihn 20 Bögen, wovon die beiden an den Enden Kreisstücke, die übrigen volle Bögen sind.

Die vollen Bögen haben 5 Meter Durchmesser, 50 Centimeter Schlussstärke, und werden durch, auf allen Seiten senkrechte, Pfeiler von 1 Meter Stärke gestützt. Die Pfeiler sind im Mittel 3,8 Meter hoch, mit Einschluss der Krönung von 30 Centimeter Dicke und des Sockels von 50 Centimeter Höhe. Das Material ist ein gespitzter Bruchstein; zu den Kanten aber sind Werkstücke verwendet.

26a. Ueberbrückung des Becquerel-Baches auf der Nordbahn.

Bei Ueberbrückungen, besonders wo das Bahnniveau sich wenig über den Wasserspiegel erhebt, sind nicht selten Holzconstructionen, von ebenso einfacher als sinnreicher Zusammensetzung, angewendet. Als Beispiel geben wir hier die Ueberbrückung des Becquerel-Baches.

Dieselbe besteht aus sieben Jochwerken von 4,5 Meter lichter Weite. Die Fahrbahn ruht an beiden Ufern auf zwei gemauerten Stirnpfeilern mit Flügeln, die parallel der Bahnaxe laufen. Diese Stirnpfeiler sind auf eine durchlaufende Bétonschicht gegründet, welche mit Spundwänden eingefasst ist.

Im Bette des Baches sind 6 Joche angebracht, deren Construction besondere Beachtung verdient.

Bekanntlich gehen nämlich diejenigen Theile des Ständerwerks, die zwischen dem niedrigsten und höheren Wasserstande liegen, am Schnellsten der Zerstörung entgegen. Mit Rücksicht auf diesen Umstand bestehen die Joche der vorliegenden Ueberbrückung aus zwei Theilen, nämlich aus dem Unter- und Oberbau.

Ersterer besteht aus einer Reihe von acht Pfählen, welchen ein bündig mit der Sohle des Bachbettes liegender, Holm aufgezapft ist, welcher, da er keinem Wechsel von Nässe und Trockniss ausgesetzt ist, der Fäulniss nicht erliegen kann.

Auf diesen Grundbau nun ist der eigentliche Pfeiler (Joch) aufgeschraubt. Er besteht aus sechs lothrechten Pfählen, welche unten durch zwei Schwellen, oben durch einen Holm verbunden und durch, theils seitwärts, theils vorn und hinten aufgeschraubte Streben zum Ganzen vereinigt sind.

Durch diese Construction erlangt man den Vortheil, dass stets nur der obere Theil des Joches angegriffen und leicht eine Reparatur vorgenommen werden kann.

Ueber die Holme sind die acht Strassenbäume der Ueberbrückung auf Unterschieblinge gelegt, und zwar in einen solchen Abstand von einander, dass je drei derselben, drei Jochpfählen entsprechend, ein Schienengleis unterstützen, während die beiden äusseren Strassenbäume, welche nicht direct auf Pfähle treffen, zur Bildung des Fussweges und zum Tragen des Brustgeländers dienen.

Auf den Strassenbäumen ruhen die Querschwellen, welche sowohl hinsichtlich ihrer Dimension, als ihrer Entfernung unter einander den Querschwellen, wie die Joche den Schienenstössen des Oberbaues entsprechen, so dass die Construction der Ueberbrückung keinerlei Aenderung im Systeme des Oberbaues bedingt.

Ueber die Querschwellen endlich sind, und zwar innerhalb der Geleise, Sicherheitsschwellen geschraubt, welche zu beiden Seiten jenseits der Widerlagspfeiler auf eine grössere Entfernung verlängert sind, damit die unvermeidlichen Senkungen des Dammes zunächst der Widerlager sich nicht plötzlich und in gefahrdrohender Weise fühlbar machen.

Die Zwischenräume zwischen den Querschwellen sind durch verdübelte Bohlen ausgefüllt, welche nach beiden Seiten ein geringes Gefälle erhalten und mit Asphalt bedeckt werden können, um den Abfluss des Wassers zu beschleunigen. Auf die Enden der Querschwellen, welche die beiden äusseren Brückenruthen überragen, stützt sich mittelst eiserner Streben das in steinernen Brüstungen bestehende Geländer.

Viaducte in England.

27. Viaduct der Eisenbahn von Greenwich.

Dieser Viaduct nimmt die ganze Bahnstrecke von London nach Greenwich, nämlich 3½ englische Meilen oder 5633 Meter ein und besteht aus 855 Bögen mit Einschluss der Ausweichen von London und Greenwich.

Von London aus dient dieser Viaduct gemeinschaftlich der Greenwicher, der South-Eastern und der North-Kentbahn *).

Auf der Londoner Seite ist der Viaduct 21 Meter breit bis zu dem Puncte, wo die South-Easternbahn abzweigt. Von da aus verringert sich die Breite auf 11 Meter und wird beim Anschlusse der North-Kentbahn bis Greenwich 75 Meter breit. Die Höhe wechselt von 7 zu 8 Meter, im Mittel ist sie 7,7 Meter.

Ausser der Ueberbrückung einiger Pfeilerweiten mit gusseisernen Balken und einer hölzernen Aufzugbrücke bei Greenwich,

*) Die North-Kentbahn führt von London nach Woolwich, Gravesend und Strood; die South-Easternbahn bildet den Weg von London nach Dower mit den Zweigbahnen.

ist der ganze Viaduct von Ziegeln gemauert. Unter den Ziegelgewölben sind einige von verschiedener Weite in gedrücktem Bogen, als Durchgänge von Strassen und Wegen, deren Pfeiler aus gusseisernen Säulen bestehen. Diese Säulen sind 3 Meter hoch, 80 Centimeter an der Base und 45 Centimeter an dem Capitäl im Durchmesser mit Canneluren von 13 Centimeter Breite und 1 Centimeter Tiefe.

Die Wandstärke ist 5 Centimeter ohne die Stege und 6 Centimeter mit denselben. Oben und unten an jeder Säule ist innerhalb ein kreisförmiger Reif von 8 Centimeter Breite angegossen; um die Last auf eine grössere Mauerfläche zu vertheilen. Die Säulenweiten von Axe zu Axe messen gegen 2 Meter.

Fast alle andere Bögen sind volle Halbkreise von 5,5 Meter Oeffnung und 45 Centimeter Schlussstärke. Die Mittelpfeiler haben 92 Centimeter Stärke; zwischen je 12 Bögen steht ein Hauptpfeiler von 2,6 Meter Dicke. Die Brustmauern sind 1,25 Meter hoch. Der Viaduct geht in verschiedenen gebrochenen Linien und Curven.

28. Viaduct der South-Western Bahn in London*).

Derselbe hat 263 Bögen mit Einschluss der Ausweichen. Die Bögen, welche die Strassen überbrücken, sind fast alle schiefe und nach der Wichtigkeit der Durchfahrten von verschiedener Oeffnung, einige sind von Gusseisen, die andern von Ziegeln. Alle, welche nicht Strassen überbrücken, sind von Ziegeln in Kreisstücken gewölbt; sie haben im Durchschnitte 7,62 Meter Spannung und 1,89 Meter Pfeilhöhe, werden von 1,15 Meter dicken, 3—3,5 Meter hohen Pfeilern getragen und haben 62 Centimeter Stärke im Schlusse; das Gewölbe ist 5 Steine stark.

Von dem Extrados zu der Bahnfläche ist der Abstand gegen 40 Centimeter. Die Brustmauern erheben sich 1,75 Meter über die Bahn.

Die Höhe des Viaducts, sammt der Brüstung beträgt im Mittel 8 Meter und dessen ganze Länge gegen 3 Kilometer; die Breite ist verschieden.

Der Viaduct führt nicht in gerader Linie, beschreibt vielmehr verschiedene, nach entgegengesetzter Richtung gebogene Curven.

*) Die Eisenbahn von London nach Southampton und Dorchester bildet mit einigen Abzweigungen die South-Westernbahn.

Einige der Bögen sind zu Werkstätten, Magazinen etc. benutzt; stellenweise lehnen sich Häuser an, einige sind nur wenig, bis auf einen Meter davon entfernt.

29. Viaduct der Tweed.

Dieser Kunstbau über die Tweed bei Berwick verbindet die Bahn von York nach Newcastle und Berwick mit der Bahn von Berwick nach Edinburg, North-British-Bahn genannt. Er besteht aus 28 Bögen im vollem Kreise von 18,76 Meter Oeffnung, welche von 2,59 Meter im Gipfel starken Pfeilern getragen werden.

Die ganze Länge des Viaducts beträgt 661,85 Meter, die grösste Höhe, über dem Bett der Tweed 38 Meter; die mittlere Höhe ist 31,5 Meter und der Flächenraum des Längenprofils 20848 Quadratmeter.

Das Ende des Viaducts beschreibt eine Curve.

Der ganze Bau ist von behauenem Stein, mit Ausschluss der Gewölbe, die von Ziegeln mit Cement, die Stirnen aber von Werkstücken gemauert sind.

Eilf Pfeiler stehen in dem Flusse, und sind zu den Pfahlrosten 2800 Cubikmeter an Pfählen, Holmen etc. verbraucht worden. Die Pfähle wurden mittelst zweier Dampframmen nach dem Nasmyth'schen Systeme gestossen.

Der Grundstein des Viaducts wurde mit grosser Feierlichkeit den 15. Mai 1847 durch die Frau des Oberingenieurs gelegt, die auch den letzten Schlussstein am 26. März 1850 eingeweiht hat; die Ingenieurs en Chef dieses schönen Baues waren Robert Stephenson und Harrison, der Oberingenieur Hr. Bruce.

30. Viaduct des Dee.

(Fig. 28, Taf. 10.)

Dieser bedeutende Bau liegt in dem Thale von Bancollen, worin der Dee fliesst, ungefähr 2 Kilometer stromabwärts von der berühmten Canalbrücke von Cysylte, einige Kilometer von Chirk *). Er dient zum Uebergange der Eisenbahn von Chester nach Shrewsbury (Shrewsbury und Chesterbahn).

*) Die Canalbrücke von Cysylte wurde 1805 von Telfort, zum Uebergange des Canals von Ellesmere über das Thal von Llancollen gebauet. Neunzehn Bögen von Gusseisen werden von steinernen Pfeilern getragen; sie

Die ganze Länge misst 459,94 Meter (1508 englische Fuss), die grösste Höhe 45, die mittle 31 Meter. Die Fläche des Aufrisses hält 15638 Quadratmeter.

Neunzehn Bögen im Halbkreise von 18,3 Meter Weite ruhen auf 3,98 Meter durchweg starken Pfeilern, deren Stirnseiten um 67 Millimeter auf 1 Meter eingezogen sind.

Die Gewölb- und Pfeilerkanten treten gleichmässig 60 Centimeter breit und tief zurück, so dass die Stirnmauern der Gewölbe von 60 Centimeter breiten Doppelbögen überspannt werden, die 19,5 Meter Weite haben und auf den Vorsprüngen der Pfeiler ruhen, deren Stärke auf 2,78 Centimeter zurückgebracht ist. Die lothrechten Kanten der Pfeiler und die der Bögen und Doppelbögen zeigen überdem noch eine breite Abschrägung.

Den Viaduct krönt eine Platte von 40 Centimeter Dicke, 60 Centimeter Ausladung, die auf Zahnschnitten von 45 Centimeter Höhe ruht. Ueber dieser Platte steht eine 90 Centimeter hohe, 32 Centimeter starke Brustmauer. Die Höhe der Brustmauer über die Bahnfläche ist 1,1 Meter. Von Stirn zu Stirn ist der Viaduct 8,49 und im Lichten der Fahrbahn 7,85 Meter breit.

Die Intrados stehen von der Bahnfläche 1,85 Meter ab.

Die Gewölbe sind, mit Ausnahme der Stirnbögen, von gebrannten Steinen, das Uebrige des Viaducts von grob zugerichteten, wenig harten Werkstücken ausgeführt. Die Steine an den Kanten der Bögen und Pfeiler sind charirt und mit eingezogenen Fugen, die Zahnschnitte, Gesimse und Brustmauern ebenfalls rein gearbeitet; alles andere Steinwerk hat nur roh behauene Steinflächen.

Dieses mit Luxus, aber breit behandelte Monument gewährt einen sehr schönen Anblick.

Die auf dem Fusse der höchsten Pfeiler ruhende Last beträgt auf den Quadratcentimeter gegen 10 Kilogrammen.

Die Gleise auf dem Viaduct sind mit Gegenschienen versehen.

31. Viaduct von Stockport.

Der Bau bildet einen Uebergang für die Birmingham-Manchester Eisenbahn über die Stadt Stockport.

Seine grösste Höhe ist 32,33, seine mittle 27,45 und seine Totallänge 546,56 Meter. Er hält 15003 Quadratmeter Profilfläche.

Der Viaduct enthält 32 Bögen im Halbkreise mit 19,81 Meter Oeffnung. Die Pfeilersockel sind 3,35 Meter stark aus behauenem Stein und, nach den Undulationen des Bodens, verschieden hoch.

Die Schäfte sind 3,04 Meter in der ganzen Höhe stark, mit Ziegeln errichtet und auf keiner Seite eingezogen; deren Krönung besteht in einem Bande von Werkstücken 80 Centimeter dick. Die Gewölbe sind 84 Centimeter stark und, wie die Stirnmauern, von gebrannten Steinen. Das Deckgesims des Viaducts ist von behauenem Steine 55 Centimeter hoch und ruht auf 38 Centimeter hohen Zahnschnitten. Von dem Extrados zu der Unterkante der letzteren sind 30 Centimeter Höhe.

Die Brustmauer von Werksteinen ist 60 Centimeter stark, über der Krönung 1,1 Meter und über der Schienenbahn 1,55 Meter hoch.

Die Baukosten haben 72700 L. oder 1817500 Fr. betragen, woraus sich für den Quadratmeter des Längenprofils 121 Fr. 14 Cent. ergiebt *).

32. Viaduct der Eisenbahn von Sheffield und Birmingham in Manchester.

Dieser Bau zeigt 145 Bögen von verschiedener Weite; einige von Gusseisen, die andern von Ziegeln. Die 20 ersten Bögen tragen die Ausweichestrecke und dienen zu Kaufmagazinen; in diesem Theil hat der Viaduct eine sehr grosse Breite.

---

bilden Kreisstücke von 13,73 Meter Spannung und 2,29 Meter Pfeilhöhe; die Pfeiler haben an den Bögen 1,2 Meter Stärke. Die Bögen tragen eine Art gusseisernes Gerinne *(cuvette)* von 25 Millimeter Wandstärke, indem die Gefässe 38 Meter hoch über den Thalgrund gehen. Der Leinpfad tritt auf der einen Seite vor der Wand des Gerinnes um 1,2 Meter vor und ist mit Brustlehne verwahrt.

Auf der andern Seite des Leinpfads erhebt sich die Wand des Wasserlaufs gegen 30 Centimeter über das Niveau des Wassers und versieht die Stelle einer Brustlehne. Die Fahrbreite ist 2,33 Meter, die Canalbrücke im Ganzen 307 Meter lang.

*) Auf der Birmingham-Manchester Eisenbahn befinden sich noch zwei ziemlich wichtige Viducte unweit Congleton. Der eine ist ganz von Ziegeln mit 20 Bögen in Halbkreis erbauet, sie sind gegen 300 Meter lang, 20 und 30 Meter hoch.

Die grösste Höhe desselben ist 13, seine mittle Höhe 7—8 Meter, die Länge gegen 1950 Meter.

Seine horizontale Projection bildet eine Curve.

Die Bögen von gebrannten Steinen sind fast alle nach Kreisstücken gewölbt, mit Tragsteinen von Werkstücken am Ende der Gewölbschenkel. In dem Theile, der am Niedrigsten und in's Feld verläuft, findet man 9 Meter Spannung und 2,1 Meter Pfeilhöhe; in dem andern Theile, der Stadtseite, ist die Spannung 13 Meter und die Pfeilhöhe 2,75 Meter.

Die 9 Meter weiten Gewölbe bestehen aus zwei Wölbbögen von Ziegeln, zusammen 62 Centimeter stark. Die Stärke des innern Bogens ist 37 Centimeter aus zwei Steinen gewölbt, deren einer als Strecker, der andere als Laufer so geordnet ist, dass die Fugen jeder Reihe sich nicht treffen. Der äussere Bogen ist abwechselnd aus einem Strecker und zwei Läufern gebildet. Die Pfeiler haben auf der einen Seite 1,65 Meter, auf der andern 1,25 Meter Stärke.

Die Gewölbe von 13 Meter Oeffnung sind 75 Centimeter stark und bestehen ebenfalls aus duplirten Bögen. Deren Pfeiler sind 2,25 Meter dick.

Der grösste gusseiserne Gewölbbogen ist schräg gelegt, besteht aus 6 parallelen Rippen, die von Axe zu Axe 1,75 Meter auseinander liegen, und ein Kreisstück von 39,50 Meter Spannung und 4,3 Meter Pfeilhöhe bilden. Der Durchschnitt jeder Rippe hat die Form einer Bahnschiene mit doppeltem Champignon; dessen Höhe ist 1,18 Meter, die Stärke 6 Centimeter. Jeder Champignon ist 18 Centimeter im Ganzen breit und gegen 6 Centimeter dick. Jede solche Gewölbrippe besteht aus neun Keilstücken, die durch Bolzen verbunden sind, deren Muttern in den Randleisten oder Rippen der Enden befindlich.

Diese Fugenleisten fehlen an der äussern Seite der Stirnbalken. Die Gewölbwinkel sind mit gusseisernem Sprossenwerk ausgefüllt; das Obergesims und die Brüstung sind ebenfalls von Gusseisen, aber nicht durchbrochen. Die Bedeckung besteht aus gusseisernen Platten, auf denen der Ballast liegt.

Auf der rechten und linken Seite des Viaducts schliessen sich andere an, die zu den verschiedenen Eisenbahnen von Manchester führen. Diese Verbindungen zeigen eine grosse Anzahl gusseiserner Bögen von vielerlei Formen.

33. Viaduct der Eastern-Countiesbahn in London*).

Ihn bilden 151 Bögen; drei, von Gusseisen und Ziegeln aufgeführt, sind flach, die andern ganz von Ziegeln gebauet, mit Ausnahme des Mauerbandes an den Anfängen, der Krönungsplatte und der Deckplatte der Brüstung, wozu Werksteine verwendet sind.

Die gemauerten Bögen bilden Korblinien, haben im Allgemeinen 11 Meter Oeffnung, 2,71 Pfeilhöhe und 81 Centimeter Stärke. Die Pfeiler sind 1,62 Meter dick. Die mittle Höhe des Viaducts von 7,5 Meter theilt sich in:

	Meter.
Pfeiler, mit dem 20 Centimeter breiten Band	1,6
Pfeil des Bogens	2,71
Stärken des Gewölbes	0,81
Abstand des Extrados von der Krönung .	0,45
Krönungsplatte	0,22
Brüstung	1,05
Deckplatte derselben	0,20
Summe	7,05

Die ganze Länge des Baues erstreckt sich auf ungefähr 2 Kilometer. Die Bögen dienen fast alle zu Kaufläden. Die flachen Bögen sind folgendermassen construirt:

Auf jeder Seite der Bahn auf der Stelle der Brüstungen befindet sich ein gusseiserner Balken, der die Brüstung vertritt. Ein jeder dieser beiden Balken hat bei dem einen der Uebergänge 20 Meter Tragweite und 2,41 Meter Höhe *). Diese Balken sind an dem untern Theile mit Randleisten versehen, worauf die Enden der gusseisernen Schwellen, senkrecht der Bahnaxe liegen. Diese unter sich parallelen und in gleicher Ebene liegenden Schwellen haben von Mitte zu Mitte einen Abstand von 1,4 Meter und unten 25 Centimeter Breite. Die Zwischenweiten derselben hat man mit kleinen Gewölben von Ziegeln ausgefüllt, die aus Stich-

*) Die Eastern-Countiesbahn führt von London nach Cambridge, St. Ives, March etc.

*) Diese Höhe ist durch Zählung der Ziegelreihen ermittelt, die damit correspondiren; angenommen, dass die Reihen in dem obern Theile des Baues genau denen des untern Theiles gleich sind, deren 13½ auf 1 Meter geben.

Der Theil des Balkens, der die Brüstung bildet, hat 16 Ziegel (1,19 Met.) Höhe; der unter ihm, der die Krönung macht, 3 Ziegel (0,22), und endlich besteht der untere Theil des Balkens aus 13½ Ziegelhöhen (1 Meter).

bögen von 1,15 Meter Spannung und 40 Centimeter Pfeilhöhe bestehen. Die Anfänge der Wölbungen liegen einige Centimeter über der Unterkante der Schwellen, welche das Pfeilergewänd vertreten.

34. Viaduct von Dane.

Dieser Viaduct ist vorzugsweise von Ziegeln aufgeführt, enthält 23 Bögen von 19,81 Meter Oeffnung, ist 523,68 Meter lang und im Mittel 27 Meter hoch.

Die Kosten haben sich auf 1350000 Fr. belaufen, so dass der Quadratmeter der 14139 Meter haltenden Profilfläche 95 Fr. 48 Cent. zu stehen kommt.

35. Viaduct von Ratho.

(Fig. 27, Taf. 10.)

Diese ganz aus behauenem Stein bestehende Anlage befindet sich in Schottland auf dem Bahnwege von Edinburg nach Glasgow, zwei Kilometer von der Station Ratho nach Glasgow zu. Sie bildet eine Curve von 800 Meter Halbmesser und enthält 36 Bögen in Kreisstück. Die ganze Länge beträgt 666,15 Meter, die grösste Höhe 24,5 Meter und die mittle 21 Meter. Die Bogenweite ist 15,2 und die Pfeilhöhe 5 Meter.

Die höchsten Pfeiler, die gepaart im Flusse stehen, sind 16,3 Meter hoch, haben ein Fundament von 3 Meter Breite und 2 Meter Höhe, auf dem der 2,40 Meter breite, 5,2 Meter hohe Sockel ruht. Der daraufstehende Schaft ist 9,1 Meter, mit Einschluss des Mauerbandes an den Bogenanfängen, hoch und 2,15 Meter im Mittel stark, nämlich 2,1 Meter an der concaven und 2,2 Meter an der convexen Seite der Curve. Alle Pfeiler haben gleiche Stärke und sind auf gleiche Weise gepaart, aber deren Höhen ändern sich nach der Wellung des Bodens.

Die Stirnpfeiler sind mit Flügelmauern versehen, die ziemlich parallel mit der Bahn laufen, sich nur in leichter Curve nach Aussen etwas erweitern; sie sind durch eiserne Anker verstärkt. Der eine Stirnpfeiler mit Flügelmauer hat 18,95, der andere 24,75 Meter Länge.

Der Abstand des Intrados von der Krönungsplatte ist 1 Meter; die Platte 60 Centimeter dick und besteht aus zwei Abtheilungen, deren untere 25 Centimeter, die obere 35 Centimeter Höhe hat. Die Brüstung ist 1,55 Meter in der Höhe und die Deckplatte 40 Centimeter dick.

Die Bahnfläche bildet auf dem Viaducte eine geneigte Ebene, so dass die Schienen an dem einen Ende des Viaducts 175 Meter und an dem andern 90 Centimeter unter dem obern Niveau der Brustmauer liegen.

Die Fahrbahn zwischen den Brüstungen ist 7,9 Meter breit; das Regenwasser sammelt sich in steinernen Rinnen längs der Brüstung, etwas unter dem Niveau der Schienen und läuft durch bleierne, in den Gewölben etwa 60 Centimeter von der Stirn angebrachten Röhren ab.

36. Viaduct von Walwyn.

(Fig. 25, Taf. 10.)

Der genannte Bau befindet sich auf der Great-Northernbahn, bei der Station Walwyn, 21¾ Mille (35 Kilometer) von London *). Er ist gänzlich von Ziegeln ausgeführt, mit Ausnahme des von behauenem Steine gemauerten Bandes an den Bogenanfängen, der Platte unter der Brüstung und der Krönung der letztern.

Die ganze Länge beträgt 476,25 Meter, die grösste Höhe 30,63, die mittle 25,5 Meter. Die Fläche des Längenprofils fasst 12144 Quadratmeter.

Der Viaduct hat 40 Bögen im Halbkreise von 9,34 Meter Oeffnung. Die Wölbungen bestehen aus 5 Reihen Ziegeln und sind 58 Centimeter stark. Die Pfeilerstärke ist im Gipfel 1,65 Meter, ohne die Ausladung des Bandes an den Bogenanfängen, des Frieses von fünf Ziegelreihen und der Krönungsplatte von behauenem Stein.

Auf den Stirnseiten der Pfeiler ist die Einziehung 0,05 und 0,03 auf den langen Seiten; die grösste Höhe ist, mit Inbegriff des Mauerbandes unter den Bögen, 23 Meter; ein Sockel hat nicht Statt.

Die Länge der Stirnpfeiler mit ihren Flügelmauern beträgt 19 Meter; letztere laufen im Ganzen der Bahnaxe parallel, biegen sich nur an den Enden etwas nach Aussen.

---

*) Die Great-Northern-Eisenbahn ist eine neue Strecke, deren Bestimmung ist, auf eine directere Weise London mit York, folglich mit dem nördlichern England zu verbinden. Die erste Strecke von London nach Peterborough, von 76 Mille (122 Kilometer) Länge, wurde den 6. August 1850 eröffnet.

Der Fuss der Dammaufschüttung erstreckt sich bis zur Mitte des zweiten Bogens.

Das Krönungsgesims des Viaducts ist 50 Centimeter hoch, ladet 75 Centimeter aus und ist gegliedert. Unter dem Gesims springen einige Lagen Ziegel 55 Centimeter hoch über die Mauerflucht des Viaducts vor; sie sind weiss, während alle Ziegel des Baues roth sind.

Die Brustmauer hat 85 Centimeter Höhe über dem Gesims und 1,35 Meter über dem Bahnniveau. In dieser Höhe ist die Deckplatte von behauenem Stein 15 Centimeter stark begriffen. Die Breite der Brüstung ist 68 Centimeter.

Die Bahn im Lichten der Brustmauern ist 7,9 Meter breit und der Abstand der Stirnmauern 9,26 Meter.

Die grösste Höhe des Walwynviaducts theilt sich in:

	Meter.
Die Höhe eines Pfeilers von dem Boden auf bis zu dem Bande von Ziegeln	22,2
Das Band von Ziegeln	0,4
- - - Werksteinen	0,4
Der Halbmesser des Bogens	4,67
Gewölbstärke	0,58
Entfernung des Extrados von der Krönung in weissen Ziegeln	0,48
Die Krönung von weissen Ziegeln	0,55
Die Werksteinplatte, dessen Unterfläche in dem Niveau der Bahn liegt	0,50
Die Brustmauern von Ziegeln	0,7
Deckplatte der Brüstung von Werkstein	0,15
Ganze Höhe	30,63

Nach „*the Illustrated*" betrugen die Baukosten dieses Viaducts 70000—80000 L., d. i., 1750000 bis 2 Millionen Francs.

Nehmen wir eine Mittelsumme an, so kommt auf den Quadratmeter des Längenprofils, die Bögen für vollgerechnet, 154 Fr. 40 Cent.

Den Bau leitete Joseph Cubitt, Oberingenieur der Great-Northernbahn.

37. Viaduct von Warfdale.

Man befährt diesen Viaduct auf der Eisenbahn von Leeds nach Tirsk. Er enthält 21 Bögen im Vollkreise von 18,3 Meter Weite. Seine grösste Höhe beträgt 27,45, seine mittle 22,5 und seine Länge gegen 470 Meter. Die Fläche des Aufrisses enthält gegen 10575 Quadratmeter. Der Bau wurde 1846 durch den Ingenieur Grainger ausgeführt.

38. Viaduct von Whalley.

Unweit des Dorfes Whalley erhebt sich ein Viaduct auf der Eisenbahn von Bolton nach Clitheroe (Lancashire-Yorkshirebahn) in einer Länge von 626 Meter. Seine grösste Höhe ist 21, die mittle 16,40 Meter.

Er besteht aus 49 Bögen. Die 20 ersten von Bolton her sind in vollem Bogen mit 12,5 Meter Oeffnung; die 28 folgenden ebenfalls im Halbkreise mit 9,47 Meter Oeffnung; der letzte, unter dem ein Weg durchführt, ist schräg und gedrückt, von 8 Meter Breite.

Die Pfeilergewände und Stirnen dieses letztern Bogens sind von behauenen Steinen, das Gewölbe von Ziegeln.

Alles Uebrige des Viaducts ist von gebrannten Steinen, mit Ausnahme der Brüstungen, der Krönung unter denselben, einer Schicht an den Bogenanfängen und des Unterbaues zweier Pfeiler in dem kleinen Flusse, welches von Werksteinen gemauert ist.

Die Bögen von 12,5 Meter Oeffnung sind mit 5 Ziegelschichten, 62 Centimeter stark, gewölbt. Deren Pfeiler haben in der Krone 1,72 Meter Stärke. Zwischen dem 12. und 13. Bogen ist ein kleiner Hauptpfeiler, von 4,17 Meter Stärke in der Krone, angebracht. Die beiden Pfeiler im Flusse sind mit Sockel von 2,5 Meter Höhe versehen. Der, zum Theil von der Dammmasse verschüttete, Stirnpfeiler ist mit den Flügelmauern 8 Meter lang.

Die Gewölbe, die nur 9,17 Meter Oeffnung haben, sind mit vier Ziegelschichten in 48 Centimeter Stärke überwölbt; deren Pfeiler haben in der Krone 1,33 Meter Dicke. Der Pfeiler zwischen dem 35. und 36. Bogen ist oben 3,08 Meter stark; der, welcher den letzten Bogen von 12,5 Meter Weite von dem ersten von 9,17 Meter scheidet, ist oben 2,57 Meter stark.

Alle Pfeiler haben auf ihren grösseren Seiten eine Einziehung von 0,05, auf den kleineren von 0,03 Meter. Die Einziehung von 0,03 findet auch in den Stirnen der Gewölbwinkel Statt.

Die Extrados stehen bei sämmtlichen Bögen 60 Centimeter unter der Deckplatte; letztere ist 20 Centimeter dick und ihre Grundfläche liegt mit der Bahn in einerlei Ebene.

Die Brüstungshöhe ist 76 Centimeter, von der Oberfläche der krönenden Platte gemessen, deren Stärke 33 Centimeter; die Bahnbreite hat 7,5 Meter zwischen den Brüstungen.

Die Lage von behauenem Stein an den Bogenanfängen wechselt von 20—40 Centimeter und ladet nicht aus.

Der Bau dieses Viaducts war eben vollführt; im August 1850 waren die Brüstungen noch zurück, obgleich die Befahrung bereits freigegeben war.

Den 6. October 1849 standen bereits 41 Bögen, als zwei derselben plötzlich einstürzten und vier Arbeiter begruben. Die deutsche Eisenbahnzeitung berichtet den Vorfall in dem Blatte vom 27. October 1849 und sagt darüber: „Das Einstürzen der Bögen wird einer Reihe von Ursachen zugeschrieben, von welchen jede allein nicht hinreichend gewesen wäre, die Zerstörung zu bewirken, hauptsächlich aber dem 14 Tage anhaltenden Regen, welcher das Backsteinmauerwerk der Bögen erweicht hatte."

Bei Besichtigung des Mauerwerks bemerkte man in der That, dass es während der Aufführung starken Regengüssen ausgesetzt gewesen; die Mauerflächen waren überall von Kalkbrei überzogen, was ihnen ein widriges Ansehen gab. Jedoch ist wahrscheinlich, dass Senkungen der Fundamente — wozu allerdings der viele Regen beigetragen haben kann — eine Hauptursache des Einsturzes gewesen sein mag. Im Monat August 1850 waren folgende Anordnungen getroffen worden.

Der Pfeiler Nr. 1 von ungefähr 7 Meter Höhe war an seinem Gipfel durch schräge, mit der Bahnaxe parallel liegende Stützen, die gegen den Fuss des Pfeilers Nr. 2, 8 Meter unter den Bogenanfängen stemmten, abgefangen worden. Um das Verschieben des Pfeilers Nr. 2 zu verhindern, übertrug man einen Theil des Drucks der Stützen auf den Fuss des Pfeilers Nr. 3, indem man zwischen diese beiden Pfeiler in dem Niveau des Bodens in etwas geneigter Lage eine andere Reihe Streben aufstellte.

Die Gewölbe Nr. 13 und 14 ruhten noch auf den hölzernen Lehrbögen. Der Pfeiler zwischen ihnen, der am Flussufer steht, wurde unter dem Niveau des Bodens durch zwei Reihen Streben von ungefähr 2,5 Meter Länge gesichert. Jede Reihe Streben wurde zu zweien auf jeder Seite des Pfeilers in geneigter Lage aufgestellt; jede Strebe aber in die Pfeilermauer versetzt und deren Fussende auf eine Platte, die auf dem Boden eingelegt war, fest gestellt.

Diese Absteifung soll fortdauernd ein Zubehör des Pfeilers bleiben, wesshalb man sie sorgfältig getheert hat. An jedem Ende des Pfeilers hat man Grundmauern von Backsteinen, anstatt der Steifen, aufgeführt.

39. Viaduct von Dutton *).

Der Viaduct ist ganz von behauenen Steinen mit 20 Bögen von 18,3 Meter Oeffnung aufgeführt. Dessen Länge beträgt 391,62 Meter, die Höhe im Mittel 25,62 Meter, woraus die Ansichtsfläche mit 10035 Quadratmeter hervorgeht. Die Kosten beliefen sich auf 1237575 Fr.; sonach auf den Quadratmeter, Alles vollgerechnet, 132 Fr. 29 Cent.

40. Viaduct von Linlithgow.

(Fig. 26, Taf. 10.)

Der ganz aus behauenem Steine ausgeführte Bau findet sich auf der Bahn von Edinburg nach Glasgow, 2 Kilometer von der Station Linlithgow nach der Seite von Glasgow **). Dessen ganze Länge ist 403,27 Meter, die grösste Höhe 28,7, die mittle 23 Meter und seine Längendurchschnittsfläche 9275 Quadratmeter. Er ruht auf 23 Bögen.

Die drei ersten von Edinburg aus gehören zu den Widerlagen der 20 übrigen; sie sind in vollem Bogen und 6 Meter weit. Deren Pfeiler haben in der Krone eine Stärke von 2,5 Meter, ohne die Ausladung der letzteren. Auf den Langseiten ziehen sie 0,03, auf den schmalen Seiten 0,02 Meter ein. Der Stirnpfeiler dieser drei Bögen, auf der Seite der Aufschüttung, ist 545 Meter lang, wobei die, mit der Bahnaxe parallelen Flügelmauern, welche Vorsprünge oder Strebepfeiler von 2,45 Meter Breite bilden, inbegriffen sind. Der Hauptpfeiler, der die drei Bögen von

*) Ein Theil der Angaben über die Viducte von Dutton, Anker, Dane, Bollin, Avon und Wharncliffe sind aus *the Engeneer and contractor' pocket-book, for the Year 1850* entnommen.

**) Ausser den beiden Viducts von Linlithgow und Ratho befindet sich auf dieser Bahn, bei der Station Castlecary, ein dritter, wovon uns die Details fehlen. Er ist gegen 250 Meter lang und 30—40 Meter hoch.

den andern scheidet, ist 7,79 Meter dick und hat auf jeder Seite einen Strebepfeiler von 3,55 Meter Breite.

Die folgenden Gewölbe sind in Stichbögen von 15,26 Meter Spannung und 5,15 Meter Pfeilhöhe ausgeführt. Deren Anfänge liegen 2,5 Meter tiefer, als die der vorbeschriebenen drei Bögen. Die Wölbsteine sind gegen 60 Centimeter hoch und ihr Extrados liegt 40 Centimeter unter der Krönung des Viaducts.

Die Seiten der Pfeiler sind lothrecht, die höchsten haben einen Sockel, der auf einer Grundmauer ruht. Die Grundmauer der höchsten Pfeiler ist 5,5 Meter hoch. Der Sockel hat an den Pfeilern, wo er nicht versenkt ist, 5,5 Centimeter, deren Schaft überall 9,4 Meter Höhe, mit dem Mauerband an den Bögen gerechnet. Die Stärken sind: des Schaftes 2,15, des Sockels 2,45, des Fundaments 3,5 Meter. Der Stirnpfeiler an der Seite von Glasgow ist mit den Flügelmauern, die der Bahnaxe fast parallel sind, 21,8 Meter lang. Auf 1,8 Meter Abstand von der Bogenöffnung ist an demselben ein Strebepfeiler von 3,5 Meter Breite angesetzt.

Die Krönung des Viaducts besteht aus zwei Lagen: die untere ist 25 Centimeter dick und ladet über die Mauerfläche aus; die obere, von 35 Centimeter Höhe, bildet einen Wulst.

Die Brustmauern sind 1,55 Meter hoch und mit einer Deckplatte von 40 Centimeter Dicke versehen; ihr lichter Abstand beträgt 7,9 Meter. Auf jedem Pfeiler liegt ein Vorsprung als Ausweicheplatz für die Fussgänger, der mit einer Lage von Werkstücken unterhalb der Krönung untermauert ist.

Wie bei dem Ratho'er Viaduct fliessen die atmosphärischen Wässer in Rinnsteinen längs der Brustmauer, etwas unter dem Bahnniveau und ergiessen sich durch Röhren im Scheitel der Bögen, die 60 Centimeter von den Stirnen abstehen.

41. Der Viaduct von Bolton.

Dieser Kunstbau, im Jahre 1847 an dem Eingange der Stadt Bolton aufgeführt, gehört zu der Eisenbahn von Bolton nach Clitheroe. Die Gewölbe sind von Backstein, die Stirnmauern und Pfeiler von behauenem Stein in bäuerischem Werk, wie in England bei Kunstbauen fast allgemein üblich ist.

Der Viaduct hat 73 Bögen, ist 675 Meter lang und im höchsten Puncte 22 Meter, im Mittel 11,5 Meter hoch.

Die horizontale Projection bietet zwei Curven oder eine S form.

Die Bögen sind nicht alle gleich weit. In der Richtung nach Clitheroe folgen sie in nachstehender Ordnung:

20 Bögen im Halbkreise von 11 Meter Weite, wovon vier das Flussbett überspannen;
9 dergleichen in vollem Bogen von 9 Meter Oeffnung;
1 - über einen Weg, 14,5 Meter im Durchmesser;
6 Bögen von 9 Meter Durchmesser;
10 - im Halbkreise von 7,4 Meter;
11 - von 4,25 Meter Weite;
1 Bogen in Korblinie, 915 Meter weit;
13 Bögen von 4,25 Meter Durchmesser;
1 Bogen in Korblinie, 915 Meter weit und
1 - in vollem Kreise von 4,25 Meter Weite.

Die Gewölbe in vollem Bogen von 11 Meter Weite werden durch 5 Backsteinschichten, zusammen 60 Centimeter stark, gebildet; deren Pfeiler sind 1,75 Meter dick. Die Einziehung der Stirnseite ist 0,05 auf den steigenden Meter. Die fünf Flusspfeiler sind 14 Meter hoch.

Die Bögen von 9 Meter Durchmesser sind mit vier Steinschichten in einer Stärke von 48 Centimeter gewölbt. Deren Pfeiler sind an Stärke verschieden; einige haben 1,35, andere 1,5 Meter an dem einen und 1,4 Meter an dem andern Ende, sonach eine mittle Stärke von 1,45 Meter; ebenso variirt die Pfeilerhöhe von 3,5—6 Meter.

Die Pfeiler der 7,4 Meter weiten Bögen sind 1,2 Meter, die der 4,25 Meter weiten 90 Centimeter dick. Diese Pfeiler haben 2—4 Meter Höhe.

Diejenigen Pfeiler, welche zwischen Bögen verschiedener Oeffnung stehen, sind stärker als die andern und von verschiedener Stärke. So ist der Pfeiler zwischen dem Bogen von 11 und dem ersten von 9 Meter Weite, 2,65 Meter stark. Die, welche den Bogen von 14,5 und die von 9 Meter trennen, haben 2,1 Meter Stärke. Die übrigen Pfeiler haben folgende Stärken:

	Meter.
von dem 9 Meter und 7,4 Meter weiten Bogen . .	2,1
von diesem letztern und dem 4,25 Meter . . .	1,8
endlich die zwischen dem gedrückten Bogen von 9,15 Meter Oeffnung und dem von 4,25 Meter Weite	1,55

An den Enden des Viaducts befinden sich keine Brustmauern, nur in der Mitte ungefähr in einem Drittel der Länge sind deren angebracht. Das Krönungsgesims zieht sich an der ganzen Länge des Viaducts hin.

42. Der Viaduct über die Tyne bei Newcastle.

(Fig. 29, Taf. 10.)

Dieser, wegen seiner weitgespannten Bögen merkwürdige Viaduct hat 275 Meter Länge. Dessen Höhe über dem Wasserspiegel der Tyne beträgt 36 Meter, und da der Fluss an dieser Stelle 10 Meter Tiefe hat, so ist die ganze Höhe des Baues über dem Flussbette 46 Meter, die mittlere aber gegen 26 Meter, welches an Durchschnittsfläche, die Bögen voll gerechnet, beinahe 7150 Quadratmeter giebt.

Der Bau hat nur eine Etage von 10 vollen Bögen verschiedener Weite, die in folgender Ordnung gestellt sind:

Drei Bögen von 6,16 Meter Durchmesser, einer von 30,41 Oeffnung und einer von 48,75 Meter, der die Tyne überspannt, einer von 43,89, einer von 30,41 und endlich 3 Bögen von 6,16 Meter Weite.

Die Pfeiler zwischen den 6,16 Meter weiten Bögen sind 1,5 Meter dick. Die beiden Hauptpfeiler, die zwischen einem Bogen von 6,16 und einem von 31,41 Meter Weite stehen, haben gegen 7,5 Meter Stärke. Die Pfeiler, deren jeder einen Bogen von 31,41 Meter und einen der beiden grossen Bögen trennt, sind 6,35 Meter dick. Endlich hat der Pfeiler zwischen den beiden grossen Bögen 7,24 Meter Stärke.

Die drei Pfeiler, auf welchen die grossen Bögen ruhen, sind mit Vor- und Hinterkopf versehen, die beide in Kreisbogen gewölbte Mantelflächen haben, welche von den Pfeilerseiten nach Linien tangirt werden, die in der Axe des Pfeilers einen Winkel bilden. Jeder dieser Pfeiler bietet im Innern acht Räume in Form von Essenschläuchen, in zwei Reihen geordnet. Vier derselben haben rechteckige Durchschnitte von 1,6 Meter Länge und 1 Meter Breite und stehen in der Mitte des Pfeilers; die vier übrigen stehen paarweise nach den Pfeilerköpfen, bilden im Durchschnitt ein rechtwinkeliges Dreieck, dessen Basis 1 Meter, die Höhe 2 Meter beträgt, die Hypotenuse aber parallel den Vorköpfen gekrümmt ist.

Die ganze Länge des Pfeilers mit den Schutzpfeilern ist gegen 16 Meter. Die grossen Gewölbe haben 1,4 Meter Stärke.

Die Breite des Viaducts von einer Stirnseite zur andern ist 7,85 Meter, ohne die Vorsprünge der Strebepfeiler. Die Archivolten treten gegen 7 Centimeter vor die Mauerflucht; die Fahrbahn ist im Lichten 6,55 Meter breit; die Brustmauern sind 75 Centimeter dick.

Die Höhe der letztern über dem Krönungsgesimse ist 1,4 Meter.

Die Krönung, von gegen 80 Centimeter Höhe, ist oben und unten abgerundet und ladet über die Flucht der Tympans ungefähr 60 Centimeter aus. Innerhalb der Bahn bildet sie ein Trottoir von 60 Centimeter Breite.

Der Bau ist von mildem Sandstein aufgeführt.

43. Viaduct von Wharnecliffe.

Dieser Backsteinbau hat 11 Bögen von 31,35 Meter Oeffnung. Die mittlere Höhe ist 25,4 und die Länge 273 Meter. Dessen Kosten betrugen 1375000 Fr. (55000 L. Strl) und da das Längenprofil 6934 Quadratmeter hält, so kommt auf einen 198 Fr. 29 Cent.

44. Viaduct von Chirk.

Er führt bei Chirk über den Cerigofluss auf der Eisenbahn von Chester nach Shrewsbury, besteht aus zwölf Bögen, wovon zehn der mittleren mit Werkstücken, die beiden äussersten mit Bohlenbögen construirt sind. Die Mauerstirnen sind *à la rustique* gearbeitet, mit Ausnahme der innern Gewölbflächen, die von Backsteinen sind.

Die ganze Länge des Viaducts ist 258,03 Meter (846 englische Fuss), die grösste Höhe 30,5, die mittle 25 Meter. Die Längendurchschnittsfläche hält 6451 Quadratmeter.

Die Bohlenbögen haben 36,6 Meter Spannung, bestehen aus Kreisstücken von ungefähr 5,5 Meter Pfeilhöhe.

Der Querschnitt jeder der vier Bohlenrippen, welche die Wölbung bilden, hat 1,15 Meter Höhe und 45 Centimeter Stärke. Die zehn gemauerten Bögen sind Stichbögen von 13,72 Meter Spannung und 5,4 Meter Pfeillänge.

Die Stärke der Mittelpfeiler ist an der Krone 2,98 und wächst nach Unten auf den Meter um 5 Centimeter.

Der erste und letzte gemauerte Pfeiler haben 6,1 Meter Stärke an der Krone, die nach Unten in gleichem Masse wächst. Diese letztgenannten Pfeiler sind mit Strebepfeilern versehen. Die Einziehung der Pfeilerstirnseiten ist gegen 3 Centimeter auf den steigenden Meter.

Die Breite des Viaducts ist oberhalb 8,65 Meter, die Fahrbahn zwischen den Brüstungsmauern 7,75 Meter.

Er ist von Henry Robertson gebaut.

45. Viaduct von Chapple.

Dieser Backsteinbau, 1849 nach dem Entwurfe von Peter Dawn ausgeführt, übersetzt das Colnthal und liegt auf der sogenannten *Colchester and Stour Valley* Eisenbahn.

Er besteht aus 32 Bögen im Halbkreise von 9,15 Meter Durchmesser, ist im Ganzen 344,55 Meter lang, in der grössten Höhe 21,35, in der mittlen 18,65 Meter.

Die Gewölbe sind 60 Centimeter dick, die Gewölbwinkel bis 3,10 Meter über die Bogenanfänge hintermauert und die Stirnmauern sind 80 Centimeter stark. Die Räume zwischen letztern füllen kleine Gewölbe in vollem Bogen aus, deren Widerlager parallel der Bahnaxe laufen. Jedes solches Widerlager liegt lothrecht unter einem Schienenstrange und, da die Gleise doppelt sind, so befinden sich in jedem Gewölbwinkel vier Widerlager, ohne die Stirnmauern, die diese Stelle mit vertreten.

Das unter dem Zwischenweg liegende Gewölbe und die unter beiden Bahnen haben 1,14 Meter Durchmesser, die beiden unter den Seitenbankets 68 Centimeter; die Widerlager sind 46 und die Wölbungen 25 Centimeter stark. Die Extrados der kleinen Gewölbe und die der Viaductbögen liegen in einerlei Ebene, nämlich 44 Centimeter unter dem Bahnniveau.

Damit die Last des Zuges nicht unmittelbar durch die kleinen Gewölbe getragen werde, sind die Schienen auf Langschwellen gestreckt.

Die Breite des Viaducts von Stirn zu Stirn ist 8,22 Meter Die Brustmauern sind 34 Centimeter dick und erheben sich 1,17 Meter über die Bahnebene.

Die Archivolten der Gewölbe sind durch vorgemauerte Backsteine kenntlich.

Die Pfeiler des Viaducts sind an der Krönung 1,43, ohne Ausladung der letzteren, stark. Die Pfeilerschäfte haben auf allen Seiten $\frac{1}{36}$ (ungefähr 0,03) Einziehung und 10,98 Meter Höhe; deren Stärke am Fusse ist 2,04 Meter.

Die Sockel haben in ganzer Höhe 2,13 Meter Stärke; ein abgestuftes Fundament von Backsteinen von 45 Centimeter an der Basis und 60 Centimeter Höhe, welches auf einer Bétonschicht steht. Der höchste Sockel hat mit dem Fundament 8,5 Meter Höhe.

In der Mitte jedes Pfeilers befindet sich eine gangartige Auswölbung von 9,15 Meter Höhe und 1,83 Meter Breite, welche die Dicke des Pfeilers durchsetzt, oben und unten mit vollem Bogen geschlossen ist und 15 Centimeter über der Oberfläche des Sockels anfängt.

In der Mauer des Pfeilers, 91 Centimeter rechts und links von der Auswölbung, hat man noch zwei Schächte in Form von Essenröhren angebracht, die aussen nicht sichtbar sind. Ein jeder ist 9,91 Meter hoch und dessen Scheitel liegt in gleicher Höhe mit dem der Auswölbung. Jedes Ende schliesst sich mit einem kleinen Gewölbe, dessen Druck senkrecht auf die Richtung des Viaducts ist. Die Breite des Schachtes, mit der Bahnaxe parallel gemessen, beträgt oben 36 Centimeter und die Länge 1,22 Meter, oben und unten.

In jedem Pfeiler liegen zwei eiserne Anker, horizontal in dessen Längenrichtung, der eine 15 Centimeter über, der andere 15 Centimeter unter der Auswölbung.

Gegen die Höhenmitte der Auswölbung, sowie an den Anfängen ihres obern Bogens hat man den ganzen Pfeiler auf 30 Centimeter Höhe mit Cement gemauert; diess ist auch bei allen Gewölben des Viaducts, nämlich von den Bogenanfängen bis 1,67 Meter darüber, geschehen.

Die Stirnpfeiler sind 2,75 Meter stark, ohne die drei parallelen Flügelmauern, deren eine in der Bahnaxe, die beiden andern an den Seiten liegen. Diese Mauern sind 1,06 Meter oben und 2,59 Meter unten lang, durch Zwischenräume von 2,05 Meter getrennt, die an dem Pfeiler kreisförmig gerundet sind. Nach dem Viaduct hat die Erdauffüllung doppelte Böschung (2 : 1), die zwischen dem zweiten und dritten Pfeiler ausläuft.

Rechnet man den Cubikmeter Backsteinmauer 1870 Kilogrammen, den Cubikmeter Ballast 1500 Kilogrammen, so findet

sich, dass der Backstein in diesem Viaduct folgendem Drucke ausgesetzt ist:

an den Bogenanfängen	2,83 Kilogr.
bei 1,20 Meter Höhe über dem Sockel, in dem Puncte, wo die ausgehöhlten Räume der Pfeiler am Ansehnlichsten sind	3,85 -

46. Viaduct von Folkstone.

(Fig. 24, Taf. 10.)

Dieser Viaduct liegt auf der South-Eastern-Eisenbahn unweit Folkstone und ist ganz von Backsteinen gebauet, 231,2 Meter lang, 32 Meter in grösster und 23 Meter in mittler Höhe. Die neunzehn Bögen sind Halbkreise von 9,2 Meter Durchmesser.

Die oben 1,8 Meter starken Pfeiler haben keine Krönung, auf den schmälern Seiten 0,03 Einziehung, die auf den Stirnseiten der Gewölbe und auf den Langseiten der Pfeiler Statt findet. Am Fusse eines jeden Pfeilers bemerkt man in der Höhe von 50 Centimeter oder 1 Meter über dem Boden vier Eisengitter, zum Verschlusse von soviel Oeffnungen, welche mit hohlen Räumen in den Pfeilern in Verbindung stehen. Die grössten Pfeiler sind 25,6 Meter hoch. Die Stirnpfeiler haben mit den Flügelmauern eine Länge von 12 Meter.

Bei 78 Centimeter über dem Intrados befindet sich eine Krönung von 47 Meter Höhe; sie ist in zwei Theile getheilt: der untere ist 32 Centimeter hoch und ladet 15 Centimeter über die Stirnmauer aus; der obere tritt 8 Centimeter über den untern vor und ist 15 Centimeter hoch.

Die Brustmauern haben über der Krönung 53 Centimeter Höhe, 1 Meter über der Bahn und 57 Centimeter Stärke.

Das Bahnniveau liegt nur 32 Centimeter über den Extrados der Gewölbe. Die Schienen liegen auf Langschwellen.

Die Breite zwischen den Stirnflächen des Viaducts beträgt 9,39 Meter und die lichte Weite der Bahn 8,25 Meter.

47. Viaduct von Chester.

Der Viaduct liegt am Eingange von Chester auf der Bahn von da nach Holyhead. Er besteht aus 50 Bögen, wovon drei, über den Dee, von Gusseisen mit steinernen Pfeilern, die andern alle von Backsteinen und nur die Bänder an den Bogenanfängen von behauenem Stein sind. Er bildet eine Curve von 1200 Meter Halbmesser, seine Höhe über der Wiesenfläche ist 8,7 Meter und seine Länge gegen 580 Meter.

Die Backsteingewölbe sind in gedrücktem Bogen; drei davon haben 11 Meter Oeffnung und Pfeiler von 2,5 Meter mittler Stärke; die übrigen haben 8,1 Meter Weite, 2,66 Meter Pfeilhöhe, 50 Centimeter Stärke und Pfeiler von 1,26 Meter Stärke auf der convexen Seite, von 1,2 Meter Stärke auf der concaven Seite der Curve.

48. Viaduct von Bollin.

Derselbe ist durchgängig von Backsteinen; seine elf Bögen haben 14,94 Centimeter Breite; die ganze Länge ist 192,15 Meter, die mittle Höhe 20,11 Meter.

Das Profil hält 3864 Quadratmeter. Die Kosten betrugen 359000 Fr., so dass der Quadratmeter des Längenprofils 92 Fr. 91 Cent. zu stehen kommt.

49. Der Viaduct von Anker.

Dieser Bau ist von Bruchsteinen mit Backsteinbögen, 20 an der Zahl, aufgeführt, wovon neunzehn 9,15 und einer 18,30 Meter Oeffnung hat. Dessen Länge beträgt 249,18 Meter, die Höhe im Mittel 13,72 Meter und der Flächeninhalt seines Längenschnitts 3419 Quadratmeter. Bei den Baukosten von 440,625 Fr. vertheilen sich auf letztern 128 Fr. 87 Cent. auf den Quadratmeter.

50. Der Viaduct des Avon.

Er ist mit elf Bögen von Backstein in elliptischer Form, von 15,25 Meter Oeffnung und 4,57 Meter Scheitelhöhe aufgeführt. Der grosse Halbmesser der Bögen ist 12,03 Meter und die Stärke im Schlusse 69 Centimeter.

Die Mittelpfeiler sind 6,10 Centimeter hoch und 2,44 dick; die Stirnpfeiler, ohne Flügelmauern, 3,36 Meter stark.

Die ganze Länge des Viaducts ist 219,6 Meter und die mittle Höhe 15,55 Meter; daher die Längendurchschnittsfläche 3415 Quadratmeter. Die Kosten waren 381475 Fr. und für den Quadratmeter 111 Fr. 71 Cent.

Die Breite von einer Stirnfläche zur andern beträgt 9,3 Meter.

51. Canalbrücke von Chirk.

Diese Canalbrücke über den Ceriog liegt unweit Chirk und bildet den Uebergang des Ellesmérecanals; sie liegt parallel dem Viaduct von Chirk, 0,05 Meter stromabwärts.

Sie enthält zehn Gewölbe in vollem Bogen, von 12,25 Meter Oeffnung, hat 22 Meter in der grössten, 18 Meter in mittler Höhe und 216,55 Meter Länge; daher eine Durchschnittsfläche von 3898 Quadratmeter.

Die Pfeiler sind in ganzer Höhe 3,66 Meter stark; die Stirnseiten derselben und die der Gewölbe haben auf den steigenden Meter etwa 5 Centimeter Einziehung.

Die Brückenbreite ist oberhalb 6,71 Meter; die Mauerung ist roher Bruchstein, mit Ausnahme der Krönung und der Mauerkanten, die von behauenen Steinen aufgeführt sind.

Das Wasserbett ist 3,66 Meter breit und 1,53 Meter tief; der Rinnboden besteht aus gusseisernen zusammenverschraubten Platten von 25 Millimeter Dicke, die auf drei in den Gewölbwinkeln construirten, den Stirnseiten parallelen Mauern ruhen.

Der Bau wurde von Telford ausgeführt.

52. Viaduct der Verbindung von der Midland-Eisenbahn zu Birmingham.

Wir sahen diesen Bau im Monat August 1850, wo er noch nicht vollendet war. Die Anlage macht eine Curve von 300 bis 400 Meter Radius und hat 34 Bögen von Backsteinen und eine schräge Strassenüberbrückung von Gusseisen. Die erstern bilden Stichbögen, haben in der Mehrzahl 9 Meter Spannung und 3 Meter Pfeilhöhe. Sie werden von Pfeilern getragen, die 1,32 Meter stark sind (nämlich 1,22 an dem einen und 1,42 Meter an dem andern Ende).

Die ganze Länge beträgt gegen 385, die Höhe 8—9 Meter.

Die Gewölbe sind 61 Centimeter stark und die Extrados mit einer dicken Asphaltlage bedeckt, die unmittelbar auf den Ziegeln liegt. Röhren von gebranntem Thon, der Bahnaxe nach angebracht, führen das Wasser ab. Die Breite zwischen den Stirnflächen ist 8 Meter.

53. Viaduct der Birmingham-Chester Bahnstrecke, am Eingange von Birmingham.

Bei der Einfahrt in Birmingham passirt man einen Viaduct von 28 Bögen, der nach einer Curve von 1870 Meter Radius construirt ist. Die Bögen haben 9,6 Meter Oeffnung und sind mit Stichbögen von 214 Meter Pfeilhöhe überwölbt.

Die Pfeiler sind 1,39 Meter oben, ohne die Ausladung des Kranzgesimses, stark, 4,3 Meter hoch und im Fusse 1,63 Meter dick. Die Krönungsplatte des Viaducts ist 50 Centimeter, die Brustmauer 1,3 Meter hoch. Lang ist derselbe 314 Meter, hoch 9,1 Meter und zwischen den Stirnflächen 9 Meter breit.

Die Stirnmauern der Pfeiler, das Bandgesims an den Bogenanfängen, die Gewölbkanten, die Krönung und die Sattelsteine der Brustmauer sind von behauenem Stein, das Uebrige von Backstein.

54. Viaduct von Dean.

(Fig. 23, Taf. 10.)

Der Bau dieses merkwürdigen Werkes wurde 1851 bei Edinburg durch den berühmten Telford ausgeführt. Er begreift nur vier Bögen von gleicher Oeffnung und dient zum Uebergange einer gewöhnlichen Fahrstrasse. Die grösste Höhe beträgt 33,7 Meter, die ganze Länge 144,85 Meter, ohne die Strebemauern an den Stirnpfeilern.

Jeder Bogen besteht aus drei Gewölben, deren eines in der Mitte die Chaussee trägt, die andern zur Seite die Trottoirs unterstützen.

Das Hauptgewölbe unter der Fahrbahn hat 27,45 Meter Spannung und 9,45 Meter Breite von Stirn zu Stirn; es ist auf das Drittel gedrückt und bildet einen Kreisbogen von 14,86 Meter Halbmesser. Sein Schluss ist 92 Centimeter stark. Der Extrados ist, ausgenommen in dem untern Theile des Gewölbwinkels, parallel, daselbst aber bis 3,96 Meter über die Bogenanfänge hintermauert.

Die secundären Gewölbe unter den Trottoirs liegen oberwärts von dem Hauptgewölbe; der verticale Abstand der Bogenanfänge ist 5,18 Meter und der von den Schlusssteinen 1,1 Meter. Diese letzteren sind Stichbögen von 23,63 Meter Radius, haben 29,28 Meter Spannung, 5,8 Meter Pfeilhöhe und 71 Centimeter Stärke im Schlusse. Sie sind parallel extradosirt bis auf 1,83 Meter

über die Anfänge, von wo aus die Gewölbwinkel vermauert sind. Jedes Gewölbe hat 2,44 Meter in der Breite; da sie jedoch von dem Hauptgewölbe um 92 Centimeter verdeckt werden, so scheint deren Breite nur 1,52 Meter. Die ganze Breite des Viaducts ist 12,49 Meter.

Die innern Räume der Gewölbwinkel sind über dem untern Vollen ganz leer; die der Hauptgewölbe über der Hintermauerung werden von Mauern eingenommen, die, 46 Centimeter stark, den Stirnmauern parallel liegen und 1,22 Meter auseinander stehen.

Die Stirnmauern des Hauptgewölbes haben 76 Centimeter, die der secondären Gewölbe 53 Centimeter Stärke; letztere tragen die Krönung, worauf die Brustmauer steht.

Die Leeren zwischen den verschiedenen Mauern sind mit Platten überdeckt, auf denen die Chaussee und die Trottoirs liegen. Um die Tragweite dieser Platten zu kürzen, sind zu den beiden letzten Mauerschichten Steinplatten von 30 Centimeter Dicke genommen, die vor die Mauer um 30 Centimeter vorstechen.

Der Abstand des Schlusssteins der Extrados unter den Platten beträgt bei dem Hauptgewölbe 92, bei dem secondären 46 Centimeter.

Die Pfeiler haben auf keiner Seite eine Einziehung; der wenig über die Bodenfläche ragende Sockel tritt über den Schaft um 15 Centimeter vor. Der dem Hauptgewölbe entsprechende Theil des Pfeilers ist im Schafte 9,45 Meter lang und 3,35 Meter dick; der Theil des Pfeilers, welcher die Nebengewölbe trägt, ist 1,82 Meter lang, 1,52 Meter stark. Demnach ist die ganze Pfeilerlänge 13,09 Meter, d. i., der Pfeiler springt 30 Centimeter über die Stirnmauern der secondären Gewölbe vor. Diese Vorsprünge tragen die Strebepfeiler, welche den Gewölbwinkeln der secondären Bögen zur Ausschmückung dienen.

Jeder Pfeiler schliesst in dem stärkern Theile und seiner ganzen Höhe nach vier Schachträume ein, deren Querschnitt ein Rechteck von 1,87 und 1,52 Seitenlänge bildet. Diese Schächte, die durch 76 Centimeter starke Mauern geschieden werden, endigen sich oberhalb 30 Centimeter unter den Anfängen der Hauptbögen, im Unterniveau des Mauerbandes.

Die obere Oeffnung eines jeden Schachtes wird durch die Schicht des Bandes geschlossen, das auf den abgetreppten Schichten ruht.

Der Anfang des Hauptgewölbes liegt 20,43 Meter über dem niedern Wasserstand; der Schaft hat 19,83 Meter, der Sockel 60 Centimeter Höhe. Der Anfang der secondären Bögen befindet sich 25,61 Meter über dem niedrigsten Wasserstande.

Die Stirnpfeiler sind 2,83 Meter, vom Boden aus bis an die Bogenanfänge der Hauptgewölbe gemessen, hoch. Die Stärke eines Stirnpfeilers ist 2,44 Meter, ohne die Flügelmauern, die in der Verlängerung der Stirnmauern liegen, und die 2,83 Meter Stärke und 6,4 Meter Länge haben. Die Hinterseite dieser Flügelmauern schliesst sich im Halbkreise an die Rückseite der Stirnpfeiler.

Die Brüstungen sind 1,37 Meter hoch und gegen 22 Centimeter dick.

55. Viaduct von Pathhead.

Dieser Bau wurde 1830 durch Telford über die Tyne in Schottland, zwischen Edinburg und Coldstream, ausgeführt und gleicht in der Form dem Viaduct von Dean, dessen Beschreibung unter Nr. 54 enthalten ist. Er besteht aus fünf Bögen, hat 122 Meter Länge und 22,88 Meter grösste Höhe.

Jeder Bogen wird aus 3 Gewölben gebildet, deren mittleres die Chaussee, die zur Seite die Trottoirs tragen. Der Hauptbogen hat 15,25 Weite und ist Halbkreis. Die secondären Gewölbe sind Stichbögen von 16 17 Meter Spannung und 2,44 Meter Pfeilhöhe; deren Anfänge befinden sich 5,8 Meter über denen der Hauptbögen.

Die Pfeiler sind auf allen Seiten lothrecht. Die Schäfte haben 6,1 Meter Länge, 2,44 Meter Stärke in den Theilen, welche die Hauptbögen tragen und 122 Meter Stärke, 92 Centimeter Länge unter den secondären Bögen. Die Sockel treten vor die Schäfte 15 Centimeter vor.

Jeder Pfeiler hat im Innern, seiner ganzen Höhe nach, drei rechtwinkelige Schächte von 1,26 Meter im Quadrat, die durch Zungen von 63 Centimeter getrennt sind.

Die Bogenanfänge liegen 12,81 Meter über dem niedrigsten Wasserstand und besteht diese Höhe aus dem 1,22 Meter hohen Sockel und dem Schaft, der 11,59 Meter misst.

Die Stirnpfeiler haben fast dieselbe Höhe, wie die Pfeiler in den, den Gewölben zunächst liegenden Theilen. Deren Stärke, in der Axe des Viaducts gemessen, ist 12,2 Meter, ohne die nach Curven erweiterten Flügel, welche 1,83 Meter Dicke und 10,37 Meter in der Abwickelung haben. Jeder Stirnpfeiler schliesst sieben Röhren, gleich denen der Pfeiler, ein. Drei dieser Röhren

zunächst dem Gewölbe haben 1,22 Meter Seitenlänge, die vier andern stehen paarweise hinter den erstern und haben ein Rechteck von 1,83 und 3,05 Meter zum Querschnitt. Die langen Seiten sind der Bahnaxe parallel.

Die Stärke der Brüstung ist 30 Centimeter, deren Höhe gegen 1,22 Meter. Die Breite von Stirn zu Stirn des Viaducts gleich 7,32 Meter.

56. Viaduct über die Mouse.

Auch dieser, 1822 von Telford gebaute, Viaduct dient einer gewöhnlichen Strasse zum Uebergange. Er hat nur drei Bögen im Halbkreise von 15,86 Meter Oeffnung und eine Höhe von 41 Meter.

Die beiden Pfeiler sind 29.28 Meter hoch, nämlich: 5,34 Meter im Sockel und 23,94 im Schaft. Die Einziehung der Pfeiler auf den Langseiten ist 10 Millimeter auf den steigenden Meter, die der schmalen Seiten 25 Millimeter. Der Vorsprung des Sockels über den Schaft misst 22 Centimeter.

Oben sind die Pfeiler 2,59 Meter stark, unten am Fusse des Schaftes 3,17 Meter; die obere Länge ist 7,62 und am Untertheil des Schaftes 8,82 Meter; die Stärke des Sockels ist 3,61 und dessen Länge 9,26 Meter.

Im Innern sind die Pfeiler hohl; sie enthalten der ganzen Höhe nach drei Röhren, jede 1,07 und 1,22 Meter im Querschnitt. Die Durchschnittsflächen der drei Röhren betragen sonach ungefähr $\frac{1}{5}$ des ganzen Pfeilerschnitts unter den Bogenanfängen.

56a. Die Röhrenbrücke von Menai.

(Fig 30, 30a, 30b, Taf. 10.)

Die in ihrer Art grossartigste Idee zu Anlegung eines Viaducts, der die ausserordentlichsten Localverhältnisse entgegentraten, verdient in dieser Reihe eine der ehrenvollsten Erwähnungen.

Zwischen Chester und Holyhead *) führt die Strasse längs dem Dee, einem Meeresarm hin, dann an der Küste des irländischen Meeres bis zur Meerenge von Menai, über die man setzen muss, um auf die Insel Anglesey zum Hafen von Holyhead auf der südwestlichen Spitze der Insel zu gelangen.

In den Jahren 1822 u. w. bauete auf diesem Schienenwege, über den Conway und die Meerenge von Menai, Telford die beiden schwebenden Brücken, deren Construction seinen Namen berühmt gemacht haben.

Damit war jedoch die Verbindung, welche zwischen den Linien von London-Birmingham, Grand-Junction und Chester-Crewebranch, die Chester mit London durch eine ununterbrochene Folge von Schienenwegen verbinden, noch nicht vollkommen und es veranlasste die *Chester and Holyhead*-Eisenbahngesellschaft den berühmten Ingenieur Stephenson, die Lücke zu ergänzen, die zwischen Chester und Holyhead lag.

Diese neue Linie sollte, wie die Postroute, deren Hauptrichtung sie annahm, den Conway und die Menai-Meerenge übersetzen. Die Uebergänge konnten nicht durch Hängebrücken bewerkstelligt werden, weil diese keine hinreichende Starrheit für die Anlage einer Eisenbahn gewähren; es bedurfte fester Brücken. Aber die Construction von dergleichen Brücken unterlag grossen Schwierigkeiten. Weil sowohl der Fluss, als die Meerenge von einer sehr lebhaften Beschiffung mit Fahrzeugen von grossem Tonnengehalt in Anspruch genommen wird, so musste eines Theils der Gebrauch von Gerüsten und Rüstbögen, die der Schifffahrt während der Dauer der Arbeiten hinderlich werden konnten, vermieden, theils auch die Gewölbanfänge beseitigt werden, die nebst dem sehr gewichtigen Uebelstand, dass sie das Fahrwasser für die Schiffe schmälern, auch bei stürmischem Wetter in dem Meerbusen Anlass zu Havarie geben konnten. Die Schwierigkeit lag sonach nicht allein in der Grösse des Unternehmens, sondern auch, und vorzugsweise, in der Nothwendigkeit, eine ganz neue Construction ausfindig zu machen. Stephenson hat alle diese Hindernisse mit ebensoviel Kühnheit als durch die Wahl von Röhrenbrücken besiegt, deren Beschreibung hier folgt.

Nicht auf den ersten Wurf reifte dieses kühne Project in dem Geiste des geschickten englischen Ingenieurs. Er hatte Anfangs für die Ueberbrückung des Menai-Meerbusens durch eine gusseiserne Brücke von zwei Bögen, jeden von 450 englische Fuss *) Spannung

*) Ein kleiner Hafen, der Insel Anglesey, wo die Paketboote zwischen England und Dublin auslaufen.

*) Der englische Fuss hält 0,305 Meter, gegen 11 Zoll altfranzösischen Masses (*pied royal*) oder 11.653... Zoll rheinländischen Masses. Wir behalten in dem Folgenden das englische Fussmass, nach dem Original bei, da

und einer Spannhöhe von 50 Fuss gestimmt. Die Höhe dieser Brücke über dem Hochwasserspiegel sollte bis zum Gewölbanfang 50 Fuss und 100 Fuss zum Scheitel betragen. Um der Nothwendigkeit einer Ausrüstung zu begegnen, wollte man successive auf der rechten und linken Seite des Mittelpfeilers gleichmässig die Halbbögen zusammen verbinden.

Die Commissaire der Admiralität verlangten aber, dass die Höhe von 100 Fuss auf die der Widerlager allein ausgedehnt werden sollte, wodurch die Nothwendigkeit geboten wurde, die Bögen im Scheitel 150 Fuss über den Wasserspiegel zu erhöhen, wenn man den ersten Entwurf hätte beibehalten wollen. Durch diese Veranlassung verzichtete Stephenson auf sein erstes Project und fasste die Idee eines ganz neuen Systems gerader Brücken, welches, ebenso würdig durch seine Einfachkeit, seine Kühnheit und das Grandiose der Operationen, die seine Construction herbeiführte, die Erwartungen der Baumeister aller Länder spannte.

Da die Constructionsweise der beiden Brücken über den Conway und die Meerenge von Menai dieselbe ist, so beschränken wir uns auf die Beschreibung der wichtigsten, der Menaibrücke, welche man nach einem Felsen, worauf einer der Pfeiler aufgeführt worden, die Britannia genannt hat.

Die neue Brücke, Britannia, liegt gegen 1760 Yards (1610 Meter) westlich der von Telford errichteten Hängebrücke (Fig. 30*a*, Taf. 10). Deren Länge zwischen den Pfeilern ist 1500 Fuss oder 457,5 Meter. Drei ungeheure gemauerte Pfeiler, wovon der mittlere auf einen Felsen fundirt ist, der ziemlich inmitten der Meerenge liegt, die beiden andern aber aus dem Flussbett unmittelbar aufsteigen, theilen vier Durchfahrten oder Zwischenweiten ab. Die beiden grössern Zwischenweiten über dem Meere auf dreien der Pfeiler haben jede 460 englische Fuss, die beiden kleinern 230 Fuss Oeffnung. Die letztern verbinden die zunächst dem Ufer aufgeführten Pfeiler mit den Landpfeilern, die sich an den Eisenbahndamm schliessen *).

Der mittelste ist Hauptpfeiler; er misst 62 Fuss in der Länge auf 52 Fuss 5 Zoll in der Breite am Fusse.

Die Einziehung der Aussenflächen verkürzt diese Dimensionen unter der Krönung auf 55 Fuss und 45 Fuss 5 Zoll. Dieser Pfeiler erhebt sich über das Hochwasser um 200 Fuss, und seine ganze Höhe beträgt 230 Fuss mit dem Fundament (Fig. 30). Er enthält 148625 Cubikfuss Mauerwerk von Kalkstein und 144625 Cubikfuss von rothem Sandstein, dessen Totalgewicht gegen 20000 Tons, ohne 387 Tons darin angebrachtes Eisenwerk. Das Fundament ist direct auf den Felsen ohne Rost gemauert.

Die Uferpfeiler haben 62 Fuss Länge, 52 Fuss 5 Zoll Breite am Fusse, 55 bei 32 Fuss an der Krönung und 190 Fuss Höhe über dem Hochwasser. Das Eisengewicht der Verankerung etc. in der Mauer beträgt bei jedem Pfeiler beinahe 210 Tons. Die Aussenflächen sind rauh, die Ecken und Gesimse glatt gearbeitet. Die Einfahrten sind auf jeder Seite mit zwei colossalen Löwen von Kalkstein geschmückt, die, obgleich liegend, 12 Fuss hoch sind. Ihre Länge beträgt 25 Fuss, ihr Gewicht gegen 20 Tons.

Fig. 30, Taf. 10, zeigt die Ansicht der halben Brücke, Fig. 30*a*, Taf. 10, den Situationsplan zu besserer Verständigung, worin *B, B*... die eisernen Röhren bezeichnen, in denen die Wagenzüge gehen.

Die Röhren sind von starkem Eisenbleche, parallelepipedischer Form, 1536 Fuss lang, 30 Fuss und 22 Fuss 9 Zoll veränderlich hoch und 14 Fuss 8 Zoll breit. Zwei dergleichen liegen dicht beisammen, sind unter einander verbunden, jede enthält ein Bahngleis.

Bei der Auflegung der fertig genieteten Röhren lag die grösste Schwierigkeit darin, dass bei den mittleren jede Rüstung wegfallen musste. Man verfuhr dabei auf folgende Weise: man vollendete die vier Röhren, jede 472 Fuss lang, auf Plattformen, die längs der Küste gebauet waren. Wir werden den Transport derselben von da auf die Brückenpfeiler besprechen, nachdem wir den Modus der Construction (Fig. 30*b*, Taf. 10) mitgetheilt haben.

Der Boden wird von zwei parallelen Lagen horizontaler Blechtafeln gebildet; zwischen diesen Tafeln stehen regelmässig

---

die Reduction auf Meter durch Multiplication mit 0,3 oder 0,305 sehr leicht geschehen kann.

*) Der zu diesem grossartigen Bau verwendete Stein ist ein kohlensaurer Kalk, unter dem Namen „Marmor von Anglesey" bekannt; er führt viele Versteinerungen und nimmt eine sehr schöne Politur an. Man hat Brüche an dem Meeresufer, nördlich der Insel Anglesey, ausschliesslich zu diesem Bau eröffnet. Es finden sich daselbst zahlreiche Bänke, gut lagerhaft, von 3—4 Fuss Mächtigkeit, die das Brechen von Blöcken von grosser Dimension mit Leichtigkeit gestatten. Einige der versetzten Blöcke haben gegen 20 Fuss Länge und wiegen 12—14 Tons. 1 Ton = 2171,26 preuss. Pfund.

sieben Scheidungen von Blech auf hoher Kante, die mit den horizontalen Lagen sechs rechtwinkelige Abtheilungen machen, deren Längenrichtung mit der Röhre parallel läuft. Winkelbänder von Schmiedeeisen in den vier Ecken der Abtheilungen, die an die horizontalen und verticalen Seiten genietet sind, verbinden das Ganze, welches ein vollkommen unbewegliches Ensemble ausmacht. Die horizontalen Tafeln greifen etwas über die äussern verticalen Seitenwände der Abtheilungen, so dass sie mit diesen Wänden Winkel bilden, in denen Winkelbänder mit den aussenstehenden Rändern und den innern Winkelbändern vernietet sind, wodurch die Unbewegbarkeit um Vieles vermehrt wird.

Diese Abtheilungen haben 2 Fuss 4 Zoll in der Breite und 1 Fuss 9 Zoll in der Höhe. Um endlich Alles in der Breitenrichtung zu verfestigen, sind Blechplatten oben und unten aufgenietet, die, etwas breiter als die der beiden horizontalen Lagen, diese zu drei und dreien verbinden. Diese Deck- und Bodenplatten haben 12 Fuss Länge, 2 Fuss 4 Zoll Breite und eine Stärke, die in der Länge der Tuben von der Mitte nach den Enden variirt und $\frac{9}{16}$ und $\frac{7}{16}$ Zoll beträgt.

Das Dach ist auf ähnliche Art construirt und unterscheidet sich von der Bodenfläche nur durch Zahl und Dimension der Fächer, deren Anzahl acht ist und die im Gevierte 1 Fuss 9 Zoll gross sind. Vernietete Winkelbänder verbinden, wie auf dem Boden, in- und ausserhalb der Ecken Platten, die gegen einander senkrecht sind. Darüber sind über alle Fugen schmälere Platten genietet. Diese Fugendeckung trägt bei, alle Theile der Dachfläche solidarisch zu machen, folglich den Röhren grössere Festigkeit zu geben. Zugleich hindert sie das Eindringen des Regenwassers zwischen die Platten.

Die Seiten der Tuben bestehen aus senkrecht und mit der Brückenflucht parallel zwischen Dach- und Bodenfläche gestellten zusammenstossenden Platten, welche Flächen etwas über die Platten ausladen, um Winkel zu bilden, in denen ebenfalls gekröpfte Bänder zu Verbindung der Deck- und Bodenfläche mit den Seitenwänden vernietet sind. Dergleichen Winkelbänder sind acht Reihen angebracht; vier inwendig, vier aussen in den Vorsprüngen des Bodens und des Daches über die Seiten.

Die Seitenplatten werden unter sich durch Doppelwinkelbänder, deren Querschnitt die Gestalt eines ⊤ hat, vereinigt; ähnliche eiserne Stangen finden sich im Innern und am Aeussern der der Röhren. Die Köpfe der ⊤ sind sowohl innerhalb als ausserhalb mit einander und längs der senkrechten Fugen der Platten vernietet, die sie überdecken und fest zusammenhalten. Aeusserlich schneiden diese eisernen Ständer mit dem Vorsprunge der Deck- und Bodenflächen ab; innerhalb aber sind deren Enden rechtwinkelig umgebogen, und ihre nach der Mitte der Röhre gehenden Enden sind an die horizontalen Platten des Daches und Bodens genietet; sie verschaffen der Röhre eine sehr grosse Steifigkeit.

Um sich dieser Steifigkeit noch mehr zu versichern und jeder Torsionsbewegung in den Winkeln der Röhre zuvorzukommen, hat man an den Stamm des ⊤ an dem Ende jedes Ständers ein paar Knaggen von starkem Blech genietet. Diese Knaggen haben die Form von rechtwinklichen, langgezogenen Dreiecken, deren Katheten an die Röhrenwände längs der Ständer stossen, und sind gemeinschaftlich mit den ⊤bändern vernietet, während die Hypotenusen auf einander genietet sind.

Ueberall, wo man es für nützlich erachtet, bewahren Deckstreifen von Blech vor dem Eindringen der Nässe in die Röhre und befördern zugleich die Festigkeit des Ganzen.

Uebrigens trägt man die grösste Sorgfalt in der Anordnung der Fugen selbst unter sich, indem man sie soviel als möglich in Verband stellt und jede Fluchtlinie von einiger Länge vermeidet.

Diese Vorsicht wird nicht allein auf die Platten selbst, sondern auch auf die anliegenden Theile, als Winkelbänder, Deckbleche etc., bezogen.

Die angewandten Eisenbleche sind von verschiedener Grösse, je nach ihrer Stellung. Sie haben 12 Fuss und 6 Fuss 6 Zoll Länge bei 2 Fuss 4 Zoll und 1 Fuss 9 Zoll Breite und $\frac{9}{16}$ bis $\frac{8}{16}$ Dicke. Die der Seiten sind abwechselnd 8 Fuss 8 Zoll und 6 Fuss 6 Zoll lang, in gleicher Stärke von $\frac{1}{2}$ Zoll; ausgenommen an den Enden der Brücke, wo sie etwas schwächer sind.

Die Nietnägel wurden heiss eingetrieben und gestaucht, um durch das Zusammenziehen des Metalls bei'm Erkalten einen dichtern Schluss zu bewirken. Sie stehen in den Blechen des Bodens und Daches 4 Zoll, in den Seiten 3 Zoll weit. Man rundet die Köpfe sorgfältig calottenförmig mit stählernen Hämmern.

Zum Lochen der Nietlöcher legt man die Bleche oder Winkelbänder auf eine bewegliche Tafel, deren schiebende Bewegung auf das Zusammentreffen mit zwei Lochstempeln berechnet ist, welche die Löcher ausschlagen. Mit dieser Einrichtung schlägt man fast 40 Löcher in der Minute aus.

Wie bereits erwähnt, ist die Höhe der Röhre der Länge nach nicht constant; über dem Mittelpfeiler ist sie 30 Fuss ausserhalb und nimmt nach den Enden zu allmälig ab, so dass sie über den Widerlagspfeilern noch 22 Fuss 6 Zoll bleibt. Diese Differenz ist gänzlich auf die Dachfläche übertragen, die einen parabolischen Bogen bildet, indess die Bodenfläche gerade und horizontal ist. Die Höhe im Lichten ist in der Mitte der Brücke 26 Fuss, an den Enden 18 Fuss 9 Zoll. Die Breite hat 14 Fuss 8 Zoll ausserhalb und 14 Fuss im Lichten. Das Gewicht der Winkelbänder ist pr. Yard *) 72 Pfund **); deren ganze Länge mit Inbegriff der Seitenstreben, wiegt 65000 Pfund und die Anzahl der Nieten schätzt man auf 2000000.

Jeder der vier grossen Röhrentheile, die, paarweise verbunden, die beiden grössern Jochweiten bilden, hat 472 Fuss Länge, 12 Fuss über die Weite zwischen den Pfeilern.

Dieser Längenüberschuss ist ihnen zum Auflager der Röhren auf die Bettung der Pfeiler nach dem Aufbringen gegeben. Das Gewicht jeder dieser Röhrentheile wird auf 1600 Tons geschätzt, wovon 500 auf den Boden, 500 auf die Bedachungsfläche und 600 auf die Seitenwände kommen. Das Totalgewicht sämmtlicher Röhren ist gegen 10000 Tons.

Die hölzernen Bettungen von nur 460 Fuss Länge, auf denen die Röhren zugelegt worden, waren längs des Ufers auf der Seite der Carnarvon, in der Fluthhöhe des Meeres angelegt. Die 6 Fuss Ueberragung auf jeder Seite der Bettung wurden durch gemauerte Pfeiler unterstützt, die nach Abtrag der Bettung die Röhren allein zu tragen haben. Letztere fällt von der Mitte nach den Enden zu 9 Zoll ab, welches in dem Boden der Röhren eine Sprengungscurve vorbereitet.

Zum Transport der Röhren wurden acht Pontons, zwei von Eisen, sechs von Holz, gebraucht; ein jedes von 98 Fuss Länge, 25 Fuss Breite und 11 Fuss Tiefe, von 4000 Tons Tragkraft, bei einer Wassertracht von 5 Fuss.

Auf dem Boden sind weite Ventile angebracht, die sich nach Innen öffnen.

Bei'm Beginn des Fortschaffens wird die Bettung abgebrochen, wobei die Röhre auf den gemauerten Pfeilern ruhen bleibt, während man die acht Fahrzeuge in zwei gleiche Gruppen unter jedes Ende der Röhre vertheilt. In dem Moment des Flutheintritts schliesst man die Klappen im Boden, und so hebt die Fluth die Pontons und mit ihnen die Röhren von den Pfeilern ab.

Schiffswinden an dem jenseitigen Ufer und andere an dem Fusse der Brückenpfeiler dirigiren das Floss in die Mitte der Strömung und an die Stelle, wo die Röhre aufgelagert werden soll. Die Geschwindigkeit, somit die zu Anlandung der Röhre zwischen den beiden beziehlichen Pfeilern ist so berechnet, dass die Operation in dem Moment der Fluthhöhe beendet ist.

Die 15 Minuten bis zum Eintritt der Ebbe wurden benutzt, die beiden Röhrenenden in die rechteckigen Einschnitte einzubringen, die in dem Mauerwerke der Pfeiler in einem etwas tiefern Niveau, als der Boden der schwimmenden Röhre ausgespart sind.

Ein solcher Einschnitt hat, von der Stirnseite der Pfeiler, 6 Fuss horizontale Tiefe und eine dem Ende der Röhre angemessene Höhe, correspondirt mit einer Nuth, die bis zu der Pfeilerkrone aufsteigt, 6 Fuss breit ist und dem Heben der Röhrenenden hinreichenden Spielraum lässt. Man öffnet nun die Klappen und die Röhren setzen sich sanft auf ihr Mauerlager ab, ungefähr in dem Niveau, das sie auf der Bettung am Ufer einnahmen.

Nun erfolgte die Hebung und zwar mittelst, 30 Fuss über der Röhre, auf den Pfeilern aufgestellten hydraulischer Pressen, nachdem die Röhre an vier starke Plattketten, von der Gattung der Gall'schen Ketten, angehangen und sehr stark befestigt war. Mit dem dazu nöthigen Beschlage von 200 Tons beträgt die zu hebende Last beinahe 1800 Tons.

Bei'm Spiel der Presse wurde die Röhre von 6 zu 6 Fuss, gleich dem Kolbenhub, absatzweise gehoben, welches gleichzeitig an beiden Enden geschieht; dabei die zurückgelegte Hubhöhe unter der Röhre in dem Falz nach jedem Hubabsatze ausgemauert, so dass ein Zurückgehen derselben unmöglich wurde.

Nach beendigter Hebung auf die Höhe ihrer bleibenden Lagerung wurde die Röhre über dem Pfeiler zur Verbindung mit den anstossenden ergänzt und bildet mit diesen eine Gallerie, die 1530 Fuss lang und gegen 5000 Tons schwer ist. Die Totallänge der Brücke mit ihren Widerlagern ist 1841 Fuss (561,5 Meter).

Es ist begreiflich, dass die Verbindung der verschiedenen Röhren unter sich dem Ganzen eine ungemeine Widerstandskraft giebt.

Die zweite, auf gleiche Weise aufgestellte Röhre wird den zweiten Schienenweg bilden.

*) 1 Yard = 0,915 Meter. 1 Meter = 3,186.. rhein. Fuss.
**) 1 englisches Pfund = 0,45 Kilogr. 1 Kilogr. = 2,138 preuss. Pfund.

Der Temperaturunterschied von Sommer und Winter muss nothwendig eine auffallende Wirkung äussern, die auf eine Ausdehnung von fast 12 Zoll berechnet worden ist; es war unumgänglich nöthig, die Zusammenziehungs- und Ausdehnungsbewegung einer Metallmasse von solch einer Länge zu erleichtern, um den Formenveränderungen zu begegnen, die ausserdem daraus entstehen mussten. Man hat desshalb die Röhren fest auf den Mittelpfeiler gemacht, auf den beiden Uferpfeilern und den Widerlagen aber unter die Bodenseiten der Röhren Walzen von Gusseisen gelegt, an der Oberseite aber Broncekugeln angebracht, die in Rinnen laufen. Auf diese Art führen die Röhren mit Leichtigkeit ihre Längenbewegung aus.

Zu Conway liegt die Röhrenbrücke unweit der Kettenbrücke. Sie ist durchweg, hinsichtlich ihrer Construction, der Britannia gleich, besteht aber nur in einer einzigen Pfeilerweite von 400 Fuss Oeffnung. Das Gewicht jeder Röhre ist 1300 Tons. Man hat erstere einer Belastung von 300 Tons unterzogen, einem gewiss weit grössern Gewicht, als sie je wird zu tragen haben. Mit dieser Last beschwert, beobachtete man eine Biegung von 3 Zoll, die alsbald wieder zurückging, als die Last entfernt wurde. Ein gleiches Resultat erhielt man bei der zweiten Röhre. Der Grundstein zu diesem Bau wurde den 15. Juni 1846 gelegt und den 1. Mai 1848 übergab man die erste Röhrenbrücke der Benutzung. Seit dieser Zeit sind die Züge unausgesetzt darüber gegangen, ohne dass die mindeste Beschädigung vorgekommen wäre, und das Auge kann nicht die geringste Biegung bei dem Uebergange des Zuges gewahr werden; das Geräusch dabei ist kein anderes, als das in einem gewölbten Tunnel.

Um die von der Temperaturveränderung abhängigen Verlängerungen der Röhren zu erleichtern und zu regeln, ist an dem einen Ende ein System von Walzen und Kugeln angebracht, während das andere festliegt.

Bei der Britanniabrücke brauchte man später bei dem Heben der Röhren die Vorsicht, dass man bei jedem Zoll Hub hölzerne Keile untertrieb, so dass bei einem Defect an der Wasserpresse oder den Ketten nie ein grösseres Niedergehen entstehen konnte, als von den eben gehobenen Zoll. Diese Vorsicht bewährte sich, als bei der einen hydraulischen Presse der Boden des Cylinders sprang.

Vor Uebergabe an den öffentlichen Verkehr wurde die Brücke harten Proben unterzogen. Zuerst wurden drei schwere Locomotiven, Cambria, St. David und Pegasus, im Gesammtgewicht 1800 Centner, zusammen gekuppelt, deren vordere Stephenson selbst führte, vor die Röhre gebracht und mit einer Geschwindigkeit von 2 Miles in der Stunde (Tempo einer langsam gehenden Person) eine der vier Röhren nach der andern befahren.

In der Mitte eines jeden Rohres wurde einige Zeit gehalten, während vom Ufer aus mit optischen Instrumenten die Durchbiegungsfractionen abgelesen werden sollten; sie zeigten sich aber förmlich Null.

Das Befahren der ganzen Brücke erforderte gegen 10 Minuten Zeit.

Der zweite Versuch, die Rückkehr über die Brücke, wurde mit 24 beladenen Kohlenwagen gemacht, deren Gewicht gegen 6000 Centner betrug. Es wurde eine Geschwindigkeit von 8—10 englische Meilen pr. Stunde angewendet, und auch hierbei konnten Personen auf der obern Fläche des Rohrs und am Ufer mit Instrumenten eine deutliche Erschütterung oder gar Durchbiegung nicht wahrnehmen. Als der Kohlenzug die Seite von Bangor wieder erreicht hatte, demnach ein vollständiges Befahren der vier Röhren, hin- und zurück, glücklich bestanden war, erschallte ein unbeschreiblicher Jubel des harrenden Arbeiterpersonals und der Zuschauer.

Ein dritter Versuch wurde noch auf die Art gemacht, dass man eine Anzahl Kohlenwagen, welche eine Last von 4000 Centner begriffen, 2 Stunden lang im Mittel des längsten Rohrs ruhig stehen liess. Bei dieser lange dauernden Einwirkung einer todten Last wurde die Deflexion der Mitte des betreffenden Rohrs = 0,4 Zoll gefunden; und diese Biegung ist viel geringer als jene, welche durch die nur halbstündige Einwirkung der Sonnenstrahlen entsteht. Dieser geringen Durchbiegung gegenüber erklärte Herr R. Stephenson: dass er überzeugt sei, das Rohr könne bis 13 Zoll ohne den mindesten Schaden für seinen innern Verband durchgebogen werden, und müsse nachher in seine ursprüngliche Lage zuverlässig zurückkehren. Eine solche auf jahrelange Studien und Versuche begründete Meinung eines erfahrenen Baumeisters wiegt ohne allen Zweifel schwer genug, dass jede Bedenklichkeit zaghafter Seelen davor zurückweichen darf. Ueberdiess geben jene 4000 Centner Kohlen, ruhig stehend, eine viel grössere Anstrengung für das Rohr, als der gewöhnliche Verkehr jemals auf dasselbe ausüben dürfte. Das Gewicht, welches, nach dem übereinstimmenden Urtheile der anwesenden Techniker, im täglichen

Verkehr, sicher und mit einem Mal über die Brücke geführt und selbst in den Mittelpuncten des Rohrs aufgestellt werden dürfte, beträgt nicht weniger als 20000 Centner.

Um 12 Uhr Mittags wurde noch ein vierter Versuch gemacht, welcher darin bestand, dass die drei genannten Locomotiven mit den 4000 Centnern Kohlen und 30—40 Wagen, in welchen 600 bis 700 Personen sassen, über die Brücke befördert wurden.

Es war in der That ein imposantes Schauspiel, als diese Personenzahl im vollen Jubel und die Volkshymne „*Rule Britannia*" anstimmend, begrüsst von den Hurrah's der zurückgebliebenen Zuschauer auf beiden Seiten der Brücke und auf den vielen flaggenden Schiffen, unter dem Donner der Geschütze, in einem fast eben so langen Zuge als die Brücke selbst, über die tief unten wogende See dahin eilte. Dieser Zug bewegte sich später noch bis auf den Bahnhof von Holyhead, um auf's Neue von den Einwohnern der Stadt und von der Bemannung der Schiffe, die im dortigen Hafen lagen, festlich begrüsst und bewillkommnet zu werden.

Seitdem die ersten Röhren in ihrer richtigen Lage den Einflüssen der Atmosphäre ausgesetzt sind, konnten die Einwirkungen des Windes und Sonnenscheins in ihren Folgen beobachtet und studirt werden.

Am Interessantesten waren die Einflüsse der letzten Frühjahrsstürme, weil hieran noch mannichfache Besorgnisse sich geknüpft hatten; obwohl dieselben ganz besonders heftig wütheten, zeigte sich nicht der mindeste Einfluss derselben, den man nachtheilig nennen könnte, an der Brücke, so dass die Ergebnisse der angestellten Berechnungen sich auf das Vollkommenste bewahrheiteten.

Ein heftiger Orkan, welcher mit einer Geschwindigkeit von 18 deutschen Meilen in der Stunde dahin braus't, und mit einer Kraft von 33 Pfund auf den Quadratfuss wirkt, drückt auf die ganze Fläche jedes einzelnen Rohres mit einer Gewalt von 4000 Centner. Angenommen, der Druck betrage statt 33 sogar 50 Pfund — die entsprechende Geschwindigkeit erreicht aber der stärkste Orkan noch nicht — so wäre der Gesammtdruck auf eine Rohrfläche etwa 6200 Centner, also noch nicht $\frac{1}{6}$ von dem ganzen Gewicht des Rohres (etwa 40000 Centner), welches es unablässig selbst trägt *). Dass der Widerstand der Brücke, den heftigen Frühjahrsstürmen gegenüber, sich so günstig erwies, ist von der grössten technischen Wichtigkeit.

Fontenay giebt noch folgende Einzelnheiten an: das Totalgewicht einer Röhre von 460,25 Meter Länge ist 5352475 Kilogrammen, nämlich Schmiedeeisen 4753242 Kilogrammen, Gusseisen 515950 Kilogrammen, Bahnanlage 83283 Kilogrammen. Der Kostenbetrag der Brücke war 15046625 Frcs., worin das Baumaterial und 100000 Frc. zu Anstellung von Versuchen begriffen sind.

Der Preis des Kilogrammen einer Röhre auf ihrem Lager beträgt 0 Frc. 841.

Viaducte in Deutschland.

57. Viaduct über die Göltzsch (Göltzschthal-Ueberbrückung).

(Fig. 1, 2 und 3, Taf. 9.)

Dieser grossartige Bau zwischen Reichenbach und Plauen in Sachsen, auf der sächsisch-bayerischen Staats-Eisenbahn hat in der grössten Höhe über dem Thalgrunde 80,37 Meter ($114\frac{7}{8}$ sächs. Ellen; 1 Elle = 0,5665 Meter), zur Länge 579,30 Meter (1022,6 sächs. Ellen); die mittle Höhe beträgt 47 Meter und die Profilfläche der Länge, die Bögen vollgerechnet, 27227 Quadratmeter. Die Breite im Lichten, zwischen den Brustmauern, ist 7,93 Meter.

Der Entwurf dieses bewundernswerthen Viaducts wurde, zugleich mit der Ueberbrückung des Elsterflusses, als Preisaufgabe und der Preis für den angenommenen Plan auf 1000 Thaler gestellt. Es gingen 24 Bewerbungen ein, deren keine von der Prüfungscommission unbedingt als preiswürdig erkannt, vier davon aber

---

*) Diese Berechnungsresultate sind um so mehr zulässig, da die Wirkung des Orkans als steter Druck in Rechnung genommen ist, da sie doch stossweise geschieht. Der Uebersetzer.

angenommen wurden, um sie in ein Ganzes zu verschmelzen, und der Preis theilte sich sonach in 300, 300 und zwei Mal 200 Thaler.

Nachdem das Endproject des Viaducts festgestellt war, ging man — Mitte Mai 1846 — an das Ausgraben von vierzehn Fundamentgräben und fand, dass das Terrain fest war und vollkommene Garantie der Sicherheit bot. Den 29. Mai desselben Jahres wurde der Grundstein dieses grossartigen Baues mit Festlichkeit gelegt, welche die Eröffnung der Bahnstrecke zwischen Werdau und Reichenbach und die schönste Witterung sehr begünstigten.

Die hierauf ausgeführten Fundamente gaben, mit Ausschluss eines einzigen, sehr vollkommene Resultate.

Diese Ausnahme betraf eines, was ziemlich in der Mitte des Viaducts, auf dem rechten Ufer der Göltzsch, projicirt war, und veranlassste, den beziehlichen Pfeiler wegzulassen und dadurch die Abänderung des anfänglichen Projects in das, welches durch die Figuren 1, 2, 3, Taf. 9, mitgetheilt ist.

In diesem wurde der weggefallene Pfeiler mit seinen anstehenden Bögen durch zwei grosse übereinander gestellte Bögen, der in der ersten Etage von 28,33, der in der zweiten Etage von 30,59 Meter Oeffnung ersetzt; desgleichen hat man, um dem Druck dieser grossen Gewölbe gehörigen Widerstand zu leisten, die Stärke der vier nächsten Pfeiler 16, 17, 19 und 20 auf Kosten der Bögen 16—17, 19—20 vermehrt.

Die Ursachen, welche die Unterdrückung des Pfeilers 18 bedingten, waren:

Man stiess bei dem Ausgraben, ungefähr bei 2 Meter Tiefe unter der Bodenfläche, auf dem rechten Ufer auf eine Bank von Thonschiefer mit Schichten von Thon, Alaun- und Kieselschiefer durchzogen. Anfangs schien diese Bank sehr fest zu sein, bald aber hatte, nach einigen Tagen, das atmosphärische Wasser den Alaun- und Thonschiefer zu einer weichen Masse umgeschaffen und Bohrversuche ergaben, dass der wirklich sichere Boden erst bei 25 und 50 Meter unter der Bodenfläche erreicht werden konnte. Dieses Sachverhältniss würde einen übermässigen Kostenaufwand für diese Fundamentirung herbeigeführt und die Nothwendigkeit geboten haben, Pfahlrost oder Béton anzuwenden, wodurch aber eine Verschiedenheit in der Begründung der andern Pfeiler entstanden wäre, die man für nachtheilig erachtete.

Der Theil der Ueberbrückung, welcher den grossen Bogen zunächst liegt, besteht aus vier Reihen übereinander gestellter Bögen. Die nächsten, die Bögen 16—17 und 10—20 haben durch alle Etagen die gleiche Oeffnung von 7,36 Meter. Die andern Bögen, die zwischen den Pfeilern 5—16 und dem Pfeiler 20 bis zu dem Stirnpfeiler Nr. 2 liegen, ändern ihre Weite mit den Etagen, haben aber alle den gleichen Halbmesser, 7,13 Meter; die der vierten Etage sind in vollem Bogen von 14,26 Meter Durchmesser gewölbt. Die der drei untern Etagen sind Stichbögen und haben dem Range nach 13,60 Meter, 12,75 Meter und und 11,90 Meter Oeffnung.

Alle Gewölbe der drei ersten Etagen, sowie das untere grosse Mittelgewölbe werden durch zwei abgesonderte Bögen gebildet, deren leerer Zwischenraum fast so breit, wie einer der Bögen ist. Man sieht diese Anordnung in den Durchschnitten Fig. 1 und 3; die Pfeiler aber sind von kleinen Gewölben durchsetzt, wie dieselben Figuren zeigen.

Der grosse Mittelbogen der zweiten Etage von 28,33 Meter Oeffnung hat im Schlusse 1,13 Meter (2 sächs. Ellen) Dicke; die Stärke der andern Bögen ist zwei Stein stark oder 45 Centimeter.

Die Pfeiler von Nr. 6—15 und von Nr. 21—30 einschliesslich haben in der Krönung an den Bogenanfängen der vierten Etage 3.12 Meter Stärke und 7,93 Meter Länge. Die Stärke dieser Pfeiler wächst in jeder Etage dergestalt, dass die mittle Einziehung, welche sich durch Gerade ergiebt, die man von der Kappe des Pfeilers zum Fusse, im Niveau des Bodens, zieht, gleich 0,028 für die innern oder Langseiten (wenn man auf die Gewölbe Beziehung nimmt), und gleich 0,107 für die Stirn- oder kleinern Seiten ist.

Die Pfeilerseiten sind jedoch in allen Etagen lothrecht und haben in der dritten Etage 3,68 Meter Stärke und 11,61 Meter Länge, in der zweiten Etage 4.53 Meter Stärke und 16.31 Meter Länge, endlich in der ersten Etage 5,38 Meter Stärke und 21,12 Meter Länge. Der Sockel der ersten Etage ist 7,06 Meter stark und 22,80 Meter lang. Die hier angegebenen Längen begreifen die Theile der Pfeiler mit, welche die Schutzpfeiler bilden.

Die ganze Höhe des Viaducts besteht sonach in

	Meter.
Höhe der ersten Etage	24,22
- - zweiten Etage	20,39
- - dritten Etage	17,56
- - vierten Etage bis an die Schienenbahn	16,50
Brustmauer	1,70
Summe	80,37

Die Stärke der Pfeiler 17 und 19 ist 6,80 Meter in mittender dritten Etage und 7,93 Meter in Mitte der ersten Etage. Die der Pfeiler 16 und 20 ist 7,65 Meter an den Bogenanfängen der ersten Etage und 7,38 Meter an den Anfängen in der zweiten Etage, 6,80 Meter in der dritten und 6,42 in der vierten Etage.

Die Pfeiler 4 und 5, deren Zusammenwirken als Hauptpfeiler gilt, haben zusammen, den Bogen mitgemessen, 11,90 Meter Stärke in der Bogenanfangslinie der vierten Etage.

Die drei kleinen Bögen, welche diese beiden Pfeiler trennen, haben 2,83 Meter Durchmesser.

Der Theil des Viaducts zwischen dem Stirnpfeiler Nr. 1 und dem Mittelpfeiler Nr. 4 ist 30 Meter im Mittel hoch.

Die Pfeiler sind oben 2,83 Meter stark, unten auf dem Thalboden 5,66; die Bogen haben 11,33 Meter Oeffnung und sind im Halbkreise gewölbt.

Der Stirnpfeiler Nr. 1 hat zur Länge 42,02 Meter, der Nr. 2, 22,94 Meter.

Fast der ganze grosse Bau besteht aus Backsteinen, nur an einigen Theilen trifft man Sandstein, Granit und gewöhnlichen Bruchstein und zwar folgendermassen angebracht:

Mit Granit und Sandstein ist Alles gemauert, was unter den Bogenanfängen der ersten Etage liegt, das Fundament und der Unterbau der Pfeiler, das Mauerband, worauf die Bögen ruhen, das Krönungsgesims, die Trottoirs und die Brustmauer.

Mit gewöhnlichem Bruchstein ist ausgeführt:

Die Stirnpfeiler Nr. 1 und 2; die Stirnpfeiler zwischen 8 und 9, 12 und 13, 25 und 26, 27 und 28, 29 und 30; die Theile der Pfeiler 1, 2, 3, 4 und 5 zwischen dem Unterbau und dem obern Niveau der dritten Etage.

Alle übrigen Theile des Viaducts sind von Backstein und der zu dem ganzen Bau verwendete Mörtel ist mit Cement gemischt.

Im November 1849 war der Bau bis zum obern Niveau der zweiten Etage, in einer Höhe von 44 Meter ungefähr über dem Thalboden, beendet. Die Stirnpfeiler Nr. 1 und 2 waren weit vorgerückt und die Pfeiler 1, 2, 3, 4 und 5 über die Hälfte ihrer Höhe aufgeführt. Es ruhte schon damals auf jeden Quadratcentimeter eine Masse von 0,002786 Cubikmeter. Nimmt man den Cubikmeter Ziegelmauer zu 1,870 Kilogrammen an, so war die Belastung des Quadratcentimeters 5 Kilogrammen 21 Decagrammen, welche bei'm Fortschreiten des Baues ansehnlich zunehmen musste.

Nach beendigtem Bau beträgt für Ziegel bei dem Pfeiler 21 die Belastung in den verschiedenen Höhen folgende Gewichte:

an den Bogenanfängen der vierten Etage hat der Quadratcentimeter eine Masse von 0,002530 Cubikmeter, an Gewicht 4 Kilogrammen 73 Decagrammen zu tragen;

an dem Fusse der vierten Etage beträgt, auf dieselbe Fläche die Masse 0,003927 Cubikmeter, das Gewicht 7 Kilogrammen 34 Decagrammen;

der Fuss der dritten Etage trägt 0,001932 Cubikmeter, und 9 Kilogrammen 22 Decagrammen pr. Quadratcentimeter;

dieselbe Fläche ist am Fusse der zweiten Etage belastet mit 0,005517 Cubikmeter oder 10 Kilogrammen 32 Decagrammen.

Hierbei ist das mittlere Gewicht des Cubikmeters Mauer zu 1870 Kilogrammen angenommen, welches jedenfalls unter der Wirklichkeit bleibt, da die Theile, welche in der zweiten, dritten und vierten Etage Granit oder Sandstein sind nur als Ziegelmauer in Ansatz gebracht sind. Der Gewichtsüberschlag ist jedoch zu gering, als dass er auf die Berechnung eine beachtenswerthe Wirkung haben möchte.

Die Last, die dem Fusse der ersten Etage, wo der Granit und Sandstein herrschen, aufgebürdet ist, beträgt 9 Kilogrammen 23 Decagrammen auf den Quadratcentimeter. Dieses Gewicht besteht aus einer Masse von Ziegelmauer an 0,002294 Cubikmeter, das Gewicht wie oben gerechnet, und 0,001939 Cubikmeter Granit- und Sandsteinmauer, den Cubikmeter zu 2550 Kilogrammen.

Man wird bei Viaducten selten finden, dass dem Backstein eine solche Belastung, wie hier, am Fusse der zweiten Etage, nämlich 10 Kilogrammen 32 Decagrammen, übertragen ist. Bei älteren Kirchenbauten trifft man jedoch gleiche Belastungen, und in den Tunneln wird der Backstein häufig einem noch grössern Drucke ausgesetzt.

Die Aufführung der Göltzschthal-Ueberbrückung ist mit einem durchlaufendem Gerüste geschehen, welches eine ausserordentliche Menge Holz erforderte. Dieses Gerüste besteht vorzüglich aus Wandverbänden mit lothrechten Säulen von 4,50 Meter Länge, in Schwelle und Rahmen verzapft und mit Kreuzbändern gesichert. Auf diesen Wänden liegen an jeder Seite des Viaducts zwei kleine Schienenbahnen von 60 Centimeter Breite; sie überschreiten das Thal in horizontaler Lage, steigen hierauf schräg an der Seite des Stirnpfeilers auf und endigen an einem Ziegeldépôt. Kleine Wagons laufen beladen die schräge Ebene herab und gelangen auf dem Gerüste zur Front eines jeden Pfeilers. Ein besonderes Gerüste, welches das Hauptgerüste um 8 bis 10 Meter überragt, trägt eine kleine Schienenbahn, worauf in der Richtung der Pfeileraxe ein Waggon von einer Seite des Viaducts zu der andern geht. Mittelst einer Maschine mit Räderwerk auf diesem Waggon wurden die Materialien von dem allgemeinen Gerüste auf die Pfeiler gehoben und daselbst verarbeitet.

Alle 4,5 Meter Höhe wurde auf der ganzen Länge hin ein neues System von Wänden aufgestellt, auf das man Seitenbahnen legte und mit dem Dépôt in Verbindung setzte.

Zum Aufbau der beiden ersten Etagen brauchte man nach und nach 10 Wandsysteme, die aus 20—25 Centimeter starken Hölzern bestanden *). Um dem Gerüste nicht zu viel aufzubürden, wurden die Werkstücke zu dem Bedarf der obern Etagen nur in geringer Quantität mittelst Hebezeug von dem Thalboden aufgewunden.

Die Herbeischaffung der Ziegel zu dem Stirnpfeiler Nr. 2 geschah auf der gangbaren Eisenbahn von Leipzig und es waren in weiter Entfernung von dem Bauplatze, längs dieser Bahn, Ziegeleien in unausgesetztem Betriebe.

Der Anschlag des beschriebenen Viaducts betrug 1810261 Thaler oder 6788480 Frcs., woraus für den Quadratmeter des Längenprofils 249 Fr. 32 Cent. hervorgehen **).

Den Bau des Göltzschthal-Viaducts leitete der Oberingenieur Kunze.

*) Am 28. August 1850 wurde ein Theil des Gerüstes, welches auf 200000 Thaler veranschlagt ist, durch einen heftigen Sturm niedergerissen.

**) Auf dieser Bahnstrecke, zwischen Neumark und Untersteinach ist noch die beträchtliche Steigung von 1 : 40 bemerkenswerth, die auf dieser beträchtlichen Strecke herrscht, und der über den Sömmering gleich ist.

58. Viaduct des Pestnitzthals.

Man passirt ihn auf dem Wege von Wien nach Triest; er ist 635 Meter lang, 21 Meter hoch.

59. Viaduct des Elsterthals.

(Fig. 7, 8, 9, Taf. 9.)

Der Viaduct liegt auf der sächsisch-bayer'schen Eisenbahn zwischen Reichenbach und Plauen und ist, wie die Göltzschthal-Ueberbrückung seiner bedeutenden Höhe nach merkwürdig.

Dessen grösste Höhe ist 69,75 Meter, seine Länge 260,57 Meter. In mittler Höhe ist er 40,50 Meter und seine Profilfläche beträgt 10,553 Quadratmeter. Die Fahrbahn ist 7,93 Meter breit.

Der Bau hat zwei Etagen. Die erste Etage enthält zwei grosse, überhöhte Bögen, den einen von 26,63 Meter, den andern von 28,33 Meter Oeffnung, welche durch einen einfachen und zwei Doppelpfeiler getragen werden. Der einfache Pfeiler Nr. 3, an dem rechten Ufer des Thalrandes, macht die Widerlage (Stirnpfeiler) des minder grossen Bogens; er wird durch eine Bruchsteinmauer *c* hinterstrebt, die in den Abhang greift. Die beiden Doppelpfeiler stehen an dem rechten und linken Ufer der Elster. Der auf dem linken Ufer, Nr. 5, dient dem grossen Bogen zur Widerlage und wird von der Seite des Berghangs durch eine Bruchsteinmauer *d* hinterstützt.

Diese beiden Doppelpfeiler sind jeder aus zwei einfachen Pfeilern construirt, die oben durch zwei gedrückte Bögen von 7,8 Meter Oeffnung verbunden sind. Diese elliptischen, sowie die grossen Bögen werden von zwei getrennten Bögen gebildet, zwischen denen ein leerer Raum die Pfeiler quer durchsetzt.

Die Höhe dieser ersten Etage über dem Flussbette ist 34,56 Meter und 28,33 Meter über dem Sockel; deren obere Breite beträgt 16,29 Meter; ihre Breite in dem Theile über dem Sockel bis zu der Scheitellinie der ersten Reihe der kleinen Gewölbe, d. i., bis zu einer Höhe von 11,33 Meter ist 20,96 Meter, mit Einschluss der Strebepfeiler. Da die Sockel zugleich Schutzpfeiler vertreten, so ist ihnen eine sehr starke Grundlage nach dem Strom, besonders stromaufwärts, gegeben.

Die zweite Etage besteht aus sechs grossen, gedrückten Bögen, welche auf den Stirnpfeilern, auf drei einfachen und zwei, mit denen der ersten Etage correspondirenden, Doppelpfeilern

ruhen. Der Bogen zwischen den Doppelpfeilern hat 30,59 Meter Oeffnung; die andern, wovon drei auf dem rechten, zwei auf dem linken Ufer stehen, haben 28,33 Meter Oeffnung.

Die Höhe der zweiten Etage ist ohne Brustmauer 33,49 Meter, die der Brustmauer 1,70 Meter.

Der Stirnpfeiler Nr. 1 auf dem rechten Ufer ist 18,27 Meter, in der Axe der Bahn gemessen, stark, worin das Gewölbe begriffen, welches ihn in zwei Theile scheidet, und dessen Weite 8,5 Meter ist. Die einfachen Pfeiler haben 6,80 Meter Stärke. Die Doppelpfeiler bestehen aus zwei 6,8 Meter starken Pfeilern, welche durch zwei Gewölbe von 7,08 Meter Oeffnung vereinigt werden. Der Stirnpfeiler des linken Ufers, Nr. 7, ist 14,30 Meter dick, mit Inbegriff eines Gewölbes von 4,53 Meter Durchmesser, welches den Pfeiler durchsetzt.

Der Viaduct ist fast ganz von Backsteinen erbauet, das Uebrige ist Granit oder gewöhnlicher Bruchstein. Die Sockel, die Pfeiler der ersten Etage, bis zu der Scheitellinie der ersten kleinen Gewölbreihe, die Sockel der Pfeiler 2 und 6, die Mauerbänder, Krönungsplatten und die Brustmauern sind Granit.

Die Stirnpfeiler, sowie die Widerlagsmauern *c* und *d* bestehen aus gewöhnlichem Bruchstein.

Der Grund des Elster-Viaducts wurde im Frühjahre 1846 zu graben begonnen, wurde aber ziemlich lange aufgehalten, da man bei'm Ausgleichen des Thalbodens auf der linken Seite auf einen verfallenen Stollen eines Eisengrubenbaues stiess, der fast im rechten Winkel die Bahnaxe durchschnitt, und man sich vor der Fortsetzung des Grundgrabens genau von dem Umfange und der Richtung dieses Grubenbaues unterrichten musste. Nachdem man sich von der Unschädlichkeit überzeugt hatte, wurde die Gräberarbeit weiter verfolgt und den 7. November 1846 der Grundstein gelegt. Im Monat September 1849 war die erste Etage aufgeführt; im Jahre 1851 wurde der Viaduct der Benutzung übergeben.

Die Last, welche auf der Backsteinmauerung in der Scheitellinie der kleinen Gewölbe erster Etage ruht, ist 0,005114 Cubikmeter pr. Quadratcentimeter, oder 9 Kilogrammen 56 Decagrammen, wenn man den Cubikmeter Backsteinmauer = 1870 Kilogrammen rechnet.

Der Kostenanschlag belief sich auf 758943⅔ Thaler oder 2846038 Frcs. 75 Cent. Es kommt sonach auf den Quadratmeter des Längenprofils, als volle Mauer gerechnet, 269 Fr. 69 Cent.

60. Viaduct des Boberthals.

Auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn von Berlin nach Breslau, unweit Bunzlau, trifft man die Ueberbrückung des Boberthals mit dem Flusse gleichen Namens. Dieser Bau hat 488,3 Meter Länge, 23 Meter in grösster und 21 Meter in mittler Höhe, in der Fläche des vollgemessenen Längenprofils 10254 Quadratmeter. Ihn bilden 35 Bögen von verschiedener Oeffnung, deren Intradosalscheitel in gleicher horizontaler Höhe liegen.

Auf der linken Seite des Bobers liegen zuerst 3 Bögen von gegen 6 Meter Oeffnung, zum Theil durch die Dammauffüllung versteckt. Diese Abböschung erstreckt sich von dieser Seite her weit in den Bau, da sie 10—12 Baukets hat.

An diese drei Bögen stösst ein starker, mit drei Strebepfeilern verstärkter Hauptpfeiler am Ufer des Flusses, an den sich 5 Bögen in Korblinie von 15—20 Meter Weite schliessen. Gewöhnlich nimmt der Fluss drei dieser Bögen, welche die höchsten des Viaducts sind, ein.

Auf sie folgt ein starker Hauptpfeiler, der mit Vorbauen von crenelirten Thürmchen nach Art von Strebepfeilern verstärkt ist. Diese im Innern mit Treppen versehenen Thürmchen erheben sich nicht über die Brustmauer.

Nach diesem Hauptpfeiler kommen 20 Bögen im Halbkreise mit gegen 10 Meter Oeffnung, 12,65 Meter von Axe zu Axe entfernt, mit Ausnahme der beiden mittelsten, welche durch einen Hauptpfeiler von 8—9 Meter Stärke geschieden werden, der ebenfalls mit gleichen Thürmchen verstärkt ist. Diese Thürmchen überragen den Viaduct, dienen zum Aufenthalt des Bahnwärters und tragen Maste, wovon der eine mit Lufttelegraphen, der andere mit einer Flagge versehen ist; sie machen die Mitte der Bauanlage.

Hierauf folgen 20 Bögen, die sich an einen starken Hauptpfeiler von 8—9 Meter Dicke anlehnen, der nicht höher als die Brustmauer mit beschriebenen Thürmchen flankirt ist. Auf ihn folgen zwei Bögen im Halbkreise von 14,5 Meter Oeffnung mit einem Zwischenpfeiler von 3—4 Meter Stärke; nach diesen ein Hauptpfeiler von 8,5 Meter Stärke, mit Strebepfeilern. Der Viaduct endet sich dann durch fünf Bögen, die 8 Meter von

Mitte zu Mitte auseinander stehen und gegen 5,5 Meter Weite haben.

Die Gewölbwinkel haben kreisförmige Brückenaugen; nur die über den Hauptpfeilern, die drei ersten und fünf letzten sind, vollgemauert. Die Brustmauern sind durchbrochen. Die auf die Pfeiler treffenden Theile werden durch einen breiten Würfel von verschiedener Grösse, bis zu 1,9 Meter Länge, gebildet; die zwischenliegenden Räume über den Bögen bestehen ebenfalls aus Würfeln von 24 Centimeter Breite und 18 Centimeter Länge, die durch 20 Centimeter breite Zwischenräume getrennt und mit Deckplatten überlegt sind, welche man durch eiserne Klammern befestigt hat.

Die Höhe der Brüstung über dem Trottoir beträgt 1,47 Meter; das letztere ist 67 Centimeter breit.

Der ganze Viaduct ist gepflastert, die Schienen liegen auf Langschwellen, welche auf steinernen Würfeln befestigt sind. Er ist von rein gearbeiteten Bruchsteinen und Werkstücken gleicher Art aufgeführt, die ein weisses Ansehen und mittlere Härte haben.

Der Bau hat, seinem Längenprofil nach, pr. Quadratmeter 146 Frcs. 30 Cent. gekostet.

61. Viaduct von Görlitz.

Dieser Bau liegt in der Lausitz, bei Görlitz, über das Neissethal und auf der Zweigbahn nach dieser Stadt auf der Niederschlesisch-Märkischen Bahn.

Er ward den 13. Juni 1844 begonnen und den 3. August 1847 beendigt. Die ganze Länge ist 469,76 Meter, die grösste Höhe 35,15 Meter, die mittle 21,7 Meter; daraus folgt der Flächeninhalt des Längenprofils von 10194 Quadratmeter. Die Anzahl der Bögen ist 31, von ungleicher Weite.

Der Viaduct wird durch sechs Hauptpfeiler in sieben Abtheilungen geschieden. Diese Pfeiler sind mit Strebepfeilern bis zu der Höhe der Brüstung versehen.

Die erste Abtheilung hält 3 Bögen in Halbkreis von 18,83 Meter Oeffnung, wovon der erste, auf dem linken Ufer der Neisse, Durchlass eines Weges an dem Fusse eines Felsens hin ist, der den Stirnpfeiler des Viaducts trägt. Durch die beiden andern Bögen strömt der grösste Theil des Flusses. Auch die zweite Abtheilung enthält 3 Bögen von 18,83 Meter Oeffnung, deren ersterer noch dem Strome Durchlass giebt. Die grösste Höhe des Viaducts in diesen beiden Abtheilungen ist 35,15 Meter über dem mittlern Wasserstand der Neisse, die kleinste 26 Meter über dem natürlichen Boden bei dem Bogen Nr. 6.

Sechs Bögen in Halbkreis bilden die dritte Abtheilung; sie haben 12,55 Meter Oeffnung und die in dieser Abtheilung herrschende Höhe ändert sich zwischen 26 und 17 Meter.

Die vierte, fünfte und sechste Abtheilung hat jede ebenfalls sechs volle Bögen, von 9,41 Meter Weite und eine veränderliche Höhe von 17 zu 13 Meter.

Ein einzelner Bogen in Halbkreis, 7,53 Meter weit, bildet die siebente Abtheilung des Viaducts mit einer Höhe von 13 Meter.

In den drei ersten Abschnitten des Viaducts sind die Mittelpfeiler mit Strebepfeilern versehen, die jedoch nicht über die Bogenanfänge ansteigen.

Die Pfeiler der grossen Bögen von 18,83 Meter Oeffnung sind unten im Sockel 4,75 Meter stark, und springt daselbst der Strebepfeiler um 80 Centimeter mit einer Breite von 2,85 Meter vor In den Gewölbwinkeln sind über allen einfachen Pfeilern Brückenaugen angebracht.

Die Brustmauern sind durchbrochen, werden von Prismen gebildet, die unten 40 und 45 Centimeter messen und 22 Centimeter Zwischenweite haben; auf ihnen liegen Deckplatten mit doppelter Abschrägung.

Die ganze Höhe der Brustmauern beträgt 1,20 Meter. Die freie Bahn zwischen ihnen ist 7,85 Meter und ist durchweg gepflastert.

Der Viaduct von Görlitz ist von einem lebhaft rosigen Granit, die Brustmauern von einem weissen Steine aufgeführt und kostet pr. Quadratcentimeter des Profils 225 Fr. 50 Cent.

Das Ende des Viaducts, wo die Bögen am Niedrigsten sind, beschreibt auf eine Länge von ungefähr 100 Meter eine, aus drei gebrochenen Linien zusammengesetzte Biegung.

62. Der Viaduct von Zschopau.

Derselbe liegt auf der Chemnitz-Risa'er Eisenbahn, unweit Chemnitz in Sachsen, ist 291 Meter lang und 38 Meter hoch.

63. Viaduct des Johannisbachs.

Dieser Viaduct überschreitet das Thal gleichen Namens, bei Schildesche, 4—5 Kilometer von Bielefeld in Preussen, und liegt auf der Cöln-Mindener Bahn. Dessen Länge ist 380 Meter, die grösste Höhe 21,30 Meter; die mittle Höhe beträgt 19,8 Meter und die Ansicht im Vollen 7524 Quadratmeter. Der Bau hat 28 Bögen im Halbkreis, sämmtlich von 10,24 Meter Spannung. Er wird durch zwei Hauptpfeiler in drei Abschnitte getheilt, wovon der mittlere zehn, die andern jeder neun Bögen enthält.

Der Schaft jedes Mittelpfeilers hat bei 2,07 Meter in der ganzen Höhe und ruht auf einem Sockel mit Unterbau. Der obere Theil des Sockels ist 2,48 Meter hoch und 2,2 Meter stark; der untere Theil oder der Unterbau ist 2,42 Meter stark und von verschiedener Höhe, die bei den höchsten Pfeilern 2,6 Meter beträgt.

Die Breite des Viaducts am Fusse des Unterbaues ist 8,96 Meter.

Die beiden Hauptpfeiler sind 5,21 Meter im Schafte stark. Die Strebepfeiler springen 1,9 Meter vor und haben eine Breite von 3,17 Meter. Die Dimensionen dieser Strebepfeiler werden oben durch einen Vorsprung verbreitert, welcher einen breiten Raum zum Ausweichen der Bahnwärter bei ankommendem Zuge abgiebt.

Die Stirnpfeiler haben gegen 15 Meter Länge und deren Seiten treten 1,02 Meter über die Fluchtlinie des Aquäducts vor. Jeder Stirnpfeiler ist auf den vier Ecken durch ein kleines crenelirtes Wachtthürmchen verziert, in welchem ein Mann Schutz finden kann. In den Gewölbwinkeln über den Mittelpfeilern sind Brückenaugen angebracht.

Fast der ganze Viaduct ist von sorgsam gespitztem Bruchstein erbauet und nur die Kanten der Pfeiler und Bögen sind mit Werksteinen aufgeführt. Auch der Sockel hat eine Decklage von Werkstücken von geringer Stärke und die Krönung des Viaducts ist von gleichem Material.

Die durchbrochene Brustmauer wird von Ziegeln gebildet und ist mit behauenen Sattelsteinen von 30 Centimeter Stärke gedeckt. Deren Dicke am Fusse ist 40 Centimeter und die Durchsichten sind 60 Centimeter hoch, 8 Centimeter breit und 60 Centimeter im Abstand ihrer Axen. Die ganze Höhe der Brüstung ist 1,28 Meter und über jedem Pfeiler steht ein behauener Würfel. Das Trottoir ist 76 Centimeter breit.

Die Beschaffung des Materials auf den Bau ist allein auf Laufbrücken durch Karren bewirkt worden. Nach einer Privatmittheilung soll der Bau 500000 Thaler gekostet haben, welches für den Quadratmeter des Profils 225 Fr. 50 Cent. geben würde.

64. Viaduct von Deidenmühle.

Man befährt diesen Viaduct auf der Chemnitz-Risa'er Eisenbahn in Sachsen; er ist 209,3 Meter lang und 51 Meter hoch. Die Kosten waren auf 116135 Thlr. (435706 Frcs.) veranschlagt.

65. Viaduct des Geulthals.

Der Viaduct liegt auf der Rheinischen Eisenbahn zwischen Verviers und Aachen (Preussen). Dessen Länge ist 206,48 Meter, die Breite 8,47 Meter und die grösste Höhe 36,7, im Mittel 32 Meter, so dass die Fläche des Längenprofils 6608 Meter beträgt. Der in Backstein ausgeführte Bau hat zwei Reihen Bögen, und zwar die erste Etage 13 Bögen, die sich gegen 20 Meter über den Thalgrund erheben und 9,41 Meter Oeffnung haben. Die Pfeiler sind 2,2 Meter stark, ausser den nach neun Bögen folgenden, die ziemlich doppelt so stark sind.

Die zweite Etage fasst 17 Bögen von 9,56 Meter Durchmesser, mit 2,04 Meter starken Pfeilern, wovon wieder, die zu den Hauptpfeilern gehörenden, doppelte Stärke haben. Die Pfeiler der zweiten Etage sind der Bahnaxe nach durchbrochen, so dass eine Communication zwischen den Bögen Statt findet; alle haben Strebepfeiler in der ganzen Höhe des Viaducts.

Dieser Kunstbau wurde von Witfeld ausgeführt, im Jahre 1841 begonnen, im Monat August 1843 beendigt und kostete 1200000 Frcs., wobei auf den Quadratmeter des Profils 181 Fr. 75 Cent. kommen.

66. Der Viaduct von Heilgenborn.

findet sich in Sachsen, auf der Chemnitz-Risa'er Eisenbahn, 212 Meter lang und 40 Meter hoch.

67. Viaduct von Steina.

Er liegt auf derselben Bahnstrecke, hat 225 Meter Länge und 36 Meter Höhe.

68. Viaduct von Löbau.

(Fig. 16, Taf. 9.)

Man passirt diesen Viaduct auf der sächsisch-schlesischen Eisenbahn; er ist 190,34 Meter lang und 29 Meter in grösster, 27 Meter in mittler Höhe. Sein Längenprofil enthält 5139 Quadratmeter.

Der Bau besteht aus neun vollen Bögen, wovon die sieben mittlern 17 Meter, die beiden an den Enden 11,33 Meter Weite haben. Die beiden mittlern Pfeiler sind 3,97 Meter, der erste und letzte 5,66 und die vier übrigen 2,89 Meter an den Bogenanfängen stark.

Die Arbeit ward den 8. September 1845 begonnen und zu Ende des Jahres 1846 beendigt.

69. Viaduct von Neumark.

Der Viaduct befindet sich auf der sächsisch-bayer'schen Eisenbahn, ist 235,40 Meter lang und 24,50 Meter hoch.

70. Viaduct von Gospersgrün.

Unweit Werdau in Sachsen, auf der Bahnstrecke von da nach Zwickau befährt man diesen von Backsteinen nach einer Curve angelegten Viaduct, dessen Totallänge 226,6 Meter, die grösste Höhe 22,7 und die mittle 21,25 Meter ist. Seine Aufrissfläche hält 4815 Meter.

Von den 17 Bögen, aus denen er besteht, haben die 13 mittlern 11,33 Meter Oeffnung, deren Pfeiler 2,9 Meter Stärke; die zwei Bögen an jedem Ende haben 5,1 Meter Durchmesser. In den 12 Mittelpfeilern sind Brückenaugen angebracht.

71. Viaduct von Aachen.

Diese Ueberbrückung auf der Rheinischen Eisenbahn unweit Aachen ist von Baksteinen aufgeführt, 276,14 Meter lang, 22,6 Meter in grösster und 15,5 Meter in mittler Höhe. Sie theilt sich durch zwei starke Hauptpfeiler in drei Abschnitte; der erste enthält drei gedrückte Bögen, unter welchen eine Strasse durchführt; deren zwei Pfeiler werden durch zwei Säulenreihen von behauenem Stein ersetzt.

Die zweite Abtheilung enthält eilf Bogen in Halbkreis, die dritte acht volle, aber grössere Bögen.

Der Hauptpfeiler zwischen dem zweiten und dritten Abschnitte ist sehr breit, hat zwei Etagen, eine jede mit vier Gewölben, die unterhalb durch verkehrte Bögen geschlossen werden. Durch die Stirnpfeiler ziehen sich ebenfalls drei kleine Einwölbungen.

Die Ausführung des Baues erfolgte 1839 und 1840 durch Wittfeld unter Leitung des Oberingenieurs Pickel.

72. Viaduct von Königstein.

Der genannte Viaduct befindet sich auf der Dresdner-Prager Eisenbahn, unweit Königstein am Anfang der sogenannten sächsischen Schweiz. Er ist 466,8 Meter lang an der höchsten Stelle 10,25 Meter, verglichen 9 Meter hoch. Unter den 32 Bögen, die ihn bilden, hat der eine 17 Meter, einige haben 11,33 Meter, andere 9,06 Meter Spannung. Der grösste Bogen liegt ziemlich in der Mitte des Baues und scheidet sich von den nebenstehenden durch lange Widerlagspfeiler.

Die Pfeiler der 11,33 Meter weiten Bögen sind 3,4 Meter stark, die der 9,06 Meter weiten 2,27 Meter stark.

In der Folge dieses Viaducts trifft man noch mehre, jeden von neun Bögen, unter sich und von dem beschriebenen durch Strecken von ungefähr 100 Meter getrennt.

Auch befinden sich auf dieser Bahn noch mehre merkwürdige, sehr sorgfältig ausgeführte, Bauten, von denen wir jedoch detaillirte Angaben nicht haben erlangen können, als: Eine sehr grosse Brücke über die Elbe bei Dresden; ein Viaduct von 85 Bögen und 1100 Meter Länge über das Carolinenthal zwischen Prag und dem Dorfe Bubna auf dem linken Ufer der Moldau; ein Viaduct von 51 Bögen auf dem linken Ufer der Muhl bei Prag, und Viaducte von 13 Bögen über die Inseln der drei Muhlärme; ein Viaduct von 13 Bögen über die Insel Hetz.

73. Viaduct der Iller.

Derselbe liegt unweit Kempten in Bayern auf der Bahn von Augsburg nach Lindau, der Ludwigs-Südbahn, ist 157 Meter lang und 36 Meter hoch.

74. Der Viaduct des Bachthals in Demitz.

(Fig. 17, Taf. 9.)

Dieser Bau befindet sich in dem Dorfe Demitz in Sachsen, zwischen Dresden und Bautzen auf der sächsisch-schlesischen Eisenbahn.

Er enthält 11 Bögen von 17 Meter Oeffnung und Halbkreisen. Alle Pfeiler haben gleiche Construction und sind an den Bogenanfängen 2,8 Meter stark. Die Flügel der Stirnpfeiler haben in horizontaler Projection die Form eines Viertelkreises. Das Mass der Länge, soweit die Brustmauern laufen, beträgt 221 Meter, die grösste Höhe 18, die mittle 17 Meter, und die Profilfläche der Länge 3757 Quadratmeter.

Der Bau ruht auf 2790 Grundpfählen von 7—9 Meter Länge. Das Stossen der Pfähle ward den 24. Februar 1845 begonnen, den 9. Juli desselben Jahres beendigt und der Viaduct den 13. Juni 1846 fertig übergeben.

Der Aufwand für die Pilotage belief sich auf	84367 Fr.
Für den übrigen Bau	336092 -
in Summe	420459 Fr.,

so dass auf den Quadratmeter des Aufrisses 112 Frcs. 91 Cent. gerechnet werden müssen.

Das Mauerwerk besteht aus Bruchsteinen mit Aussenseiten von geflächten Werksteinen.

Zur Zeit des grössten Betriebes, im Monat Mai 1845 waren bei dem Baue 577 Arbeitsleute angestellt.

75. Viaduct von Stauffen.

Dieser Viaduct liegt in Bayern auf der Bahnstrecke von Augsburg nach Lindau, ist 188 Meter lang und 22 Meter hoch.

76. Der Viaduct des Laiblachthals,

auf derselben, Ludwig-Südbahn, bei Muthen. Er ist 27 Meter hoch und 157 Meter lang.

77. Viaduct des Spreethals bei Bautzen.

Der genannte Viaduct gehört zu der sächsisch-schlesischen Eisenbahn und überbrückt das Spreethal in einer Länge von 225,75 Meter. Dessen grösste Höhe beträgt 20,4 und die mittlere 15 Meter. Die Fläche des Längenprofils ist 3386 Meter.

Der östliche Stirnpfeiler hat nur 9 Meter, der westliche 7,4 Meter Höhe.

Der Höhenunterschied zwischen dem Centrum und den Enden hat veranlasst, drei Abschnitte zu machen. Der mittle enthält fünf Bögen in Halbkreis von 17 Meter Weite, mit 4,81 Meter starken Pfeilern. Die beiden andern Abschnitte haben ebenfalls je fünf Bögen in Halbkreis von 8,5 Meter Oeffnung.

Der Bau ist mit behauenen Bruchsteinen ausgeführt und ruht auf natürlichem Boden. Man fing ihn den 9. April 1845 an und brauchte zur Beendigung 14½ Monat.

Da der Kostenaufwand 333701 Frcs. betrug, so kommt auf den Quadratmeter Ansichtsfläche 98 Frcs. 55 Cent.

Die Zahl der Arbeiter betrug zu keiner Zeit mehr als 278.

78. Viaduct des Neckarthals.

Dieser bei Cannstatt im Königreiche Würtemberg gelegene Viaduct der würtembergischen Ostbahn ist 212 Meter lang und 11,2 Meter im Mittel hoch.

79, 80, 81, 82. Die Viaducte von Herrnhut, Oberkunnersdorf, Gross-Schweidnitz und Niethen

(Fig 13, Taf. 9; Figg. 12, 14, 11, Taf. 10.)

haben keine besondere Länge und werden hier nur angeführt, um die Zusammenstellung des Typus auf Taf. 9 und 10 zu ergänzen, nach welchem die meisten deutschen Viaducte angelegt werden.

Die drei ersten liegen auf der Bahnstrecke von Löbau nach Zittau, der vierte auf der sächsisch-schlesischen Bahn.

Der Viaduct von Herrnhut ist 24 Meter hoch, besteht aus fünf Bögen von 15,3 Meter Spannung; die Pfeiler sind oben gegen 2,55 Meter stark.

Der Kunnersdorfer Viaduct hat sieben Bögen, deren die drei mittlern nach einer Korblinie mit 17 Meter Spannung, die vier Endbögen im Halbkreis von 11,33 Meter Durchmesser gewölbt sind. Die Pfeiler der weiten Bögen haben unter den Bogenanfän-

gen 3,12 Meter, die der kleinern gegen 2,25 Meter Stärke. Die grösste Höhe des Baues ist 19 Meter.

Der Viaduct von Gross-Schweidnitz ist 20 Meter im höchsten Puncte, enthält sieben Bögen im Halbkreis von 12,45 Meter Oeffnung. Die Pfeiler sind oben gegen 2,25 Meter stark.

Der Viaduct von Niethen hat ebenfalls sieben Bögen im Halbkreise und 22 Meter zur grössten Höhe. Die drei Bögen des Centrums haben 11,33, die andern 8,5 Meter Durchmesser.

82a. Der Viaduct von Röderau

liegt auf der Leipzig-Dresdner Bahn und wird hier als Type der Viaducte von Holzverband angeführt.

Er besteht aus 61 Oeffnungen, deren Auflager steinerne grobbearbeitete Pfeiler bilden, die mit schlichtbehauenem tannenem Verband überbrückt sind.

Die Anlage ist 636 Meter lang und 6 Meter hoch. Die Oeffnungen sind 10,25 Meter breit und die Pfeiler 1,8 Meter stark. Die Oberfläche der Brückenbahn ist mit einer dicken Schicht Asphalt belegt, von der das Wasser abgeleitet wird, ohne sich der Zimmerung mitzutheilen.

Auf die Stirnseiten hat man Bretverkleidungen befestigt, die nach gedrückten Bögen ausgeschnitten sind und dem Bau von Weitem das Ansehen von steinernen Wölbungen geben. Aehnliche Verkleidungen findet man fast allgemein in Deutschland angewandt.

Ein ähnlicher Viaduct von Holzbau, mehre Kilometer lang und gegen 6 Meter hoch, findet sich auf der Bahnstrecke von Stettin nach Posen, am Eingange von Stettin.

Viaducte verschiedener Länder in Europa, America und China.

83. Viaduct der Lagunen von Venedig.

Dieser interessante Bau, der Venedig mit dem festen Lande verbindet, wurde 1841 unter der Direction des italienischen Ingenieurs Miladi begonnen und 1846 dem Publicum übergeben. Er gehört zu der Venedig-Vicenzer Eisenbahn, beginnt unmittelbar unter den Kanonen des Forts Malghera und mündet in Venedig an dem Platze di St. Lucia aus. Die ganze Länge ist 3598 Meter und die Höhe über dem niedrigen Meeresstande 5,6 Meter. Die Höhe des Wassers zur Ebbezeit ist gewöhnlich 80 Centimeter.

Der nach Kreisstück gewölbten Bögen sind in der Zahl 210 mit 10,16 Meter Spannung und 1,83 Meter Pfeilhöhe, die im Schlusse 66 Centimeter, an den Anfängen 97 Centimeter stark sind.

In der Mitte des Viaducts befindet sich ein breiter Raum, der durch Schutzmauern gebildet ist, auf den eine Geschützbatterie aufgestellt werden kann. Diese Plattform, die 85 Meter lang und 40,6 Meter breit ist, wird mit dem übrigen Viaducte durch zwei kleinere dergleichen, von 27,52 Meter Länge und 17 Meter Breite, verbunden.

Die beiden Hälften des Viaducts werden durch Plattforms von 104,31 Meter Länge und 16,97 Meter Breite in je drei Abschnitte getheilt. Jede dieser Abtheilungen zerfällt wieder in sieben Abschnitte, die durch Hauptpfeiler von 14,43 Meter Stärke geschieden sind, und deren jeder aus fünf Bögen besteht.

Die Breite des Viaducts über den Hauptpfeilern ist 10,16 Meter, in dem gewölbten Theile aber 9,42 Meter.

Die Pfeiler und Bögen sind von grossen Bruchsteinen (Kalksteinen) aus Istrien, die Gewölbwinkel von Backsteinen und die Krönung und Brüstung von behauenem Stein ebendaher aufgeführt.

Der ganze Bau steht auf Pfahlrost, dessen Pfähle im Durchschnitte 6,3 Meter lang sind; die Fundamente sind durch Senkkästen hergestellt.

Die Kästen des Viaducts haben sich auf 4500000 Frcs. belaufen, und da die Fläche 20149 Quadratmeter hält, so hat der Quadratmeter 223 Frcs. 34 Cent. gekostet.

84. Viaduct von Dolheim.

Dieser Viaduct ist der beträchtlichste, uns in Belgien bekannte. Er liegt unweit Dolheim auf der Vesdre-Bahnstrecke und

bewirkt die Ueberbrückung des Vesdrethals *). Die Ueberbrükkung ist 268 Meter lang, 19,25 Meter in grösster, 17,7 in mittler Höhe; besteht aus zwanzig Bögen, fast in Halbkreis, von 10 Meter Spannung, 4,82 Meter Pfeilhöhe und 5,4 Meter Halbmesser; im Schlusse 66 Centimeter stark.

Der Abstand des Intrados von der Bahnfläche beträgt 1,5 Meter. Die Brüstungen sind 55 Centimeter stark und die Bahnbreite ist 7,9 Meter, daher die obere Breite des Viaducts von einer Stirnfläche zur andern 9 Meter.

Die höchsten Pfeiler messen 11,08 Meter über dem Vorsprunge des Fundaments, sind oben 2 Meter, am Fusse 2,4 Meter stark. Da der Schaft 9,18 Meter hoch ist, so beträgt die Einziehung der Langseiten etwas über 2 Centimeter auf den steigenden Meter.

Der Sockel hat 1,9 Meter Höhe und 2,6 Meter Stärke. Die Stirnseiten der Pfeiler sind mit kreisrunden Vor- und Hinterköpfen versehen. Diese Theile bilden starke Absätze, die mit kugelförmig gerundeten Kappen bedeckt sind. Die Pfeiler theilen sich folglich ihrer Höhenrichtung nach:

	Meter.
Höhe des Sockels	1,9
- - ersten Absatzes über dem Sockel .	3,06
- - zweiten Absatzes	3,06
- - dritten Absatzes an den Bogenanfängen	3,06
Summe	11,08

Das Mass der Pfeiler ihrer Länge nach ist in den verschiedenen Höhen:

	Meter.
am Fusse des Sockels	13,80
oben am Sockel	13,76
am Fusse des Schaftes und des ersten Absatzes	13,56
am obern Ende des Absatzes	13,32
am Fusse des zweiten Absatzes . . .	12,40
an dessen oberm Ende	12,16
am Fusse des dritten Absatzes . . .	11,24
an dessen oberm Ende und dem Pfeiler . .	11,00
da die Gewölbstirnen lothrecht sind, so ist die Breite von Stirn zu Stirn, unmittelbar über den Pfeilern	9,00

*) Die Bahnstrecke der Vesdre macht einen Theil der Cöln-Brüsseler Eisenbahn und liegt auf belgischem Gebiet zwischen der preussischen Grenze und Lüttich.

Die Stirnen der Pfeiler werden durch horizontal eingelegte Eisen verankert, deren Querschnitt 6 und 4 Centimeter misst, und welche die ganze Länge des Pfeilers durchsetzen. Die Stirnen der Pfeiler, die Gewölbskanten und alle andere Hauptkanten bestehen aus behauenen Steinen (blauem Kalkstein), die übrigen Theile des Baues aus gebrannten Steinen.

85. Viaduct von Lausanne in der Schweiz.

Die Bestimmung dieses Baues ist, die beiden Stadttheile von Lausanne zu verbinden. Er ist, ohne eine Schutzmauer auf der einen Seite, 200 Meter lang, in grösster Höhe 25, in mittler 16 Meter hoch und aus zwei Etagen von Bögen bestehend.

Die erste Etage ist 11,6 Meter hoch und enthält vier volle Bögen von 6,6 Meter Oeffnung. Die Pfeiler haben am obern Ende 2,45 Meter Stärke und werden von einer 45 Centimeter hohen Steinlage gekrönt.

Die zweite Etage hat neunzehn volle Bögen mit 7,45 Meter Durchmesser. Die Pfeiler, welche um 6,5 Meter über die erste Etage ragen, sind am Gipfel 1,8 Meter stark und haben auf allen Seiten eine Einziehung von fast 5 Centimeter. Deren Krönung von Werkstein ist 30 Centimeter dick und ladet 17 Centimeter aus. In vollem Bogen gewölbte Durchgänge von 3 Meter Breite und 5 Meter Scheitelhöhe gestatten, aus einem Bogen in den andern zu gehen. Auf dem Viaduct ruht eine Platte von Werkstücken auf Zahnschnitten.

Das Brustgeländer ist von Gusseisen, zwischen steinernen Pfeilern und 25 Centimeter hoch. Die obere Breite des Viaducts zwischen den Stirnflächen misst 9,85 Meter.

Ausser dem Brustgeländer, der Krönung mit den Zahnschnitten und dem Mauerband über den Pfeilern ist der ganze Viaduct von grobgespitztem Bruchstein ziemlich unregelmässig aufgeführt. Die Pfeiler der Brüstung sind sehr sauber bearbeitet.

86. Viaduct von Moncalieri.

Dieser Bau liegt auf der Bahn von Turin nach Genua, ist 246,41 Meter lang und hat eine gleiche Höhe von 8,43 Meter. Die Fläche des Längenprofils ist 2070 Quadratmeter.

Von den 27 Bögen sind die beiden an den Enden nach einem Kreisstück gewölbt; sie haben 11,8 Meter Spannung und 2,4 Meter Pfeilhöhe; der eine auf der Turiner Seite ist schräg. Die

übrigen 25 Bögen sind in Halbkreis von 5 Meter Durchmesser und werden durch Hauptpfeiler in fünf Gruppen, zu fünf Bögen, geschieden; die letzte Gruppe giebt einem Wasser Durchgang. Die Hauptpfeiler haben 4,7 Meter Stärke und werden auf beiden Seiten durch einen Strebepfeiler von 45 Centimeter Vorsprung verstärkt. Die Mittelpfeiler sind 1,9 Meter breit; die Gewölbe 75 Centimeter stark.

Die ganze Höhe des Viaducts besteht in:

	Meter.
Sockel	0,60
Schaft	3,15
Krönung des Pfeilers .	0,20
Halbmesser des Bogens.	2,50
Stärke im Schluss. .	0,75
Krönung des Viaducts .	0,36
Brüstung . . .	0,87
Summe	8,43

Der Bau ist von Backstein, wurde 1849 beendigt und von dem Ingenieur Barbavara geleitet.

87. Der Viaduct von Thomas in America.

Obgleich von nicht besonderer Grösse, ist dieser Viaduct doch bemerkenswerth. Er ist nach einer Curve von 388,27 Meter Radius gebildet und führt über den Patapsco, auf dem Wege von Baltimore nach Washington.

Seine Länge ist 214,72 Meter, seine Höhe über dem Wasserspiegel 20,13 Meter. Die acht Gewölbe sind in vollen Bogen mit 17,79 Meter Oeffnung aufgeführt; der Schlussstein liegt 18,3 Meter über dem Normalstand, und dessen Stärke, mit Einschluss des Wegübertrags, ist 1,83 Meter.

Die Gewölbe haben Cylinderform, ungeachtet die Querschnitte der Pfeiler Trapeze bilden. Die Stärke derselben im Gipfel und auf der kleinern Seite ist 3,05 Meter.

Die Brustlehnen sind gusseisern und das andere Mauerwerk von Stein nach bäuerischer Art ausgeführt.

Der Viaduct Thomas ward von dem Ingenieur Latrobe mit einem Aufwand von 684053 Frcs. erbauet, welches sich auf den Quadratmeter des Aufrisses mit 159 Frcs. 30 Cent. vertheilt.

America besitzt sehr wenig grosse steinerne Viaducte, desto mehr aber in Holz mit steinernen Pfeilern von grosser Ausdehnung und oft grosser Kühnheit; wir nennen: die Ueberbrückung des obern Schuylkill, mit einer einzigen Oeffnung von 103,6 Meter, als die grösste bekannte, von C. Werwag erbaut; den Viaduct von Columbia in Pennsylvanien, nach dem Entwurfe von Burr, aus 29 Bögen von 61 Meter Oeffnung bestehend.

88. Brücke von Focheu über den Min, in China.

Diese Brücke ist 7935 Meter lang, deren Höhe von dem Obertheil der Brüstung bis zum mittlern Wasserstande 49 Meter und die Breite 19,5 Meter.

Dieser Riesenbau enthält 100 Gewölbe in vollem Bogen, mit 39 Meter Scheitelhöhe, wo Schiffe mit vollen Segeln durchfahren. Die Pfeiler haben mit den Oeffnungen fast gleiche Stärke, nämlich 35 Meter.

Der Bau ist von grossen Blöcken eines weissen Steins, die Brustmauer von weissem Marmor aufgeführt. Von 20 zu 20 Bögen sind Triumpfbögen aufgestellt.

89. Die Brücke von Loyang in China.

Nach einigen Autoren ist diese, über einen Meeresarm von Fo-Khieu erbaute Brücke 8800 Meter lang und gegen 28 Meter hoch. Besteht aus 300 Bögen aus ungeheuern Steinblöcken von 5 Meter Stärke und 3 Meter Breite und liegt scheitrecht von einem Pfeiler zum andern, wie ein hölzerner Brückensatz. Die Pfeiler haben 24,36 Meter Zwischenraum und, bei 23 Meter Höhe, 4,87 Meter Stärke. Nach andern Schriftstellern sollen die Pfeilerweiten nur 14 Meter betragen, was die Länge der Brücke um ein Bedeutendes verkürzen würde.

Wasserleitungsbrücken (Aquäducte) in verschiedenen Ländern.

90. Aquäduct von Lucca.

In den Jahren 1833—1835 ward dieser Bau durch den Ingenieur Notolini ausgeführt. Seine Länge beträgt 3543 Meter, die

grösste Höhe 18, die mittle 16,4 Meter; ihn bilden 459 Bögen von 5,17 Meter Oeffnung. Die Pfeiler sind 3,84 Meter stark; von einer Stirnmauer zur andern misst die Breite 2,37 Meter.

Der Wasserlauf ist 69 Centimeter breit, 69 Centimeter tief und besteht in zwei Gerinnen, welches den Vortheil gewährt, dass das eine abgeschützt werden kann, ohne den Wasserzufluss zu hemmen, wenn nothwendige Reparaturen an dem Aquäducte vorfallen.

91. Aquäduct von Pisa.

Dieser Bau ward 1606 begonnen und 1613 beendigt; die 958 Bögen haben 4,66 Meter Weite.

92. Aquäduct von Lissabon.

Diese Leitung, welche Lissabon mit Wasser versieht, hat nur eine Etage mit 32 Spitzbögen von verschiedener Weite. Der im Thal stehende Bogen überbrückt einen Wasserlauf mit 34 Meter Spannung. Die Weite der andern Bögen nimmt allmähligab im Verhältnisse der Höhen, wie sie sich von dem Thalwege entfernen.

Die grösste Höhe misst 85,08 Meter.

Die Angabe Gauthey's differirt von obigen Angaben; nach ihm soll der grosse Bogen dieses Viaducts 29,2 Meter Oeffnung und 68 Met. Scheitelhöhe haben. Die Pfeiler hätten im Querschnitte 4,9 und 6,8 Met. und die ganze Länge soll gegen 1160 Met. messen.

93. Aquäduct von Spoletto.

(Fig. 4, Taf. 9.)

Dieser Aquäduct ist einer der kühnsten Baue, die es giebt und wurde bei Spoletto in Italien über den Strom Moraggia im Jahre 741 unter dem Gothenkönig Theodorich erbauet. Seine Länge beträgt 247 Meter, seine, aus zwei Etagen bestehende Höhe, wo sie am Grössten, gegen 130 Met. Die erste Etage, deren grösste Höhe gegen 110 Met., ist ein eigentlicher Viaduct mit einem Strassenübergange, der 13 Meter Fahrbreite hat. Sie wird durch 10 gothische Bögen von 21,44 Met. Oeffnung gebildet, die sich auf 3,57 Met. starke Pfeiler stützen. Die zweite Etage, von 20 Meter Höhe, bilden 30 kleine gothische Bögen; auf ihnen liegt das Wassergerinne, welches die Wässer nach Spoletto leitet. Jeder Bogen der ersten Etage trägt drei Bögen der zweiten. Die zweite Etage ist schmäler und steht auf der östlichen Seite der ersten Bogenreihe. Die grossen Pfeiler der ersten Etage, deren Fuss von dem Wasser des Moraggia umspült wird, sind 89 Met. hoch, eine Höhe, die über das Fünfundzwanzigfache ihrer Stärke am Fusse des Schaftes steigt.

Dieses Verhältniss ist sehr merkwürdig und wird bei keinem andern Monument angetroffen.

In der Fussschicht des Schaftes ruhen auf dem Quadratcentimeter 0,018173 Cubikmeter. Man muss annehmen, dass die Mauerung aus sehr hartem Stein bestehe, wovon der Cubikmeter 2500 Kilogrammen wiegt; sonach wäre der Quadratcentimeter am Fusse des Schaftes mit 45 Kilogrammen 43 Decagrammen belastet; ein Gewicht, welches selbst das übersteigt, das die Säule der Kirche von Toussaint d'Angers zu tragen hat, nämlich 44 Kilogrammen 30 Decagrammen auf den Quadratcentimeter.

94. Aquäduct in Segovia in Spanien.

Der gedachte Bau wurde unter Trajan, ungefähr 100 Jahre n. Chr. Geb, ausgeführt. Was noch davon vorhanden, hat 34 Meter in grösster Höhe, besteht aus zwei Etagen von 5,5 Meter Bogenöffnung und ist mit grossen Steinblöcken ohne Mörtel gemauert. Die Ueberbleibsel enthalten noch mehr denn 150 Bögen.

95. Aquäduct von Roquefavour.

(Fig. 5 und 6, Taf. 9.)

Dieser Aquäduct liegt bei Marseille und trägt den Canal, der das Wasser der Durance, in einer Höhe von 81 Meter über dem Thalboden, nach genannter Stadt führt.

Im Mittel ist er 53 Meter hoch, seine Länge gleich 393 Meter; die Fläche des Längenprofils beträgt 20829 Quadratmeter.

Die Höhe wird durch drei Bogenreihen gebildet, und zwar enthält die erste Etage, von 34,1 Meter Höhe, 13 Bögen in Halbkreis von 15 Meter Oeffnung, die auf 5,5 Meter oberhalb dicken Pfeilern ruhen. Die Breite zwischen den Stirnseiten ist 4,9 Meter; die Länge jedes Pfeilerschaftes 5,5 und die des Sockels 6,1 Meter. Der höchste Sockel ist 3,6 Meter hoch. Jeder Pfeiler ist durch Strebepfeiler von 3,5 Meter Breite verstärkt, die sich bis zur Krone der zweiten Etage erheben, eine Einziehung der Face von 8 Centimeter auf den steigenden Meter und überdiess noch drei Absätze haben, die im Niveau des Sockels und an den Bogenanfängen der ersten und zweiten Etage angebracht sind. Die Ausladung der Strebepfeiler vor der Mauerflucht des Aquäducts hat folgende Masse:

	Meter.
In der ganzen Höhe des Sockels	4,05
Am Fusse des Schaftes der ersten Etage . .	4,05
Unter der Pfeilerkrönung der ersten Etage . .	2,53
Ueber dieser Krönung (die 1,5 Meter dick ist, und sich um den Strebepfeiler zieht) . . .	2,35
Unter der Krönung des Pfeilers der zweiten Etage.	0,84

	Meter.
Ueber dieser Krönung von 1 Meter Höhe, die den Strebepfeiler umgiebt	0,70
Unter der Hohlkehle oder Plinthe der zweiten Etage	0,30

Die zweite Etage ist 34,9 Meter hoch; die Bögen in Halbkreis und 30 an der Zahl mit 16 Meter Oeffnung. Sie stehen unmittelbar über denen der ersten Etage; deren Pfeiler sind 6 Meter stark. Die Breite dieser Etage ist 4,5 Meter, ohne die Strebepfeiler, welche oben beschrieben sind.

Die dritte Etage ist 12,66 Meter hoch mit Einschluss der Brüstung und besteht aus 51 Bögen in Halbkreis von 5 Meter Weite; die Pfeiler sind 2 Meter stark und haben keine Strebepfeiler; die Breite der Etage misst 4,5 Meter. Das Gerinne, worin das Wasser fliesst, ist mit Backsteinen bekleidet. In den Bekleidungen sind einige, mitunter ziemlich breite Sprünge bemerkbar, die unmittelbar über den 15 Pfeilern der niedern Etage liegen; vier derselben sind in der 6. Figur, Tafel 9 durch *ll* bezeichnet. Dieselben sind ohne Zweifel von der ausdehnenden Bewegung der Bögen in der zweiten Etage entstanden.

Der Fuss des höchsten Pfeilers unterliegt einem Drucke von 14 Kilogrammen, da das mittle Gewicht eines Cubikmeter Mauer 2200 Kilogrammen beträgt.

Der Aquäduct ist mit Hausteinen, deren Kopfseiten im Allgemeinen roh bearbeitet sind, aufgeführt; nur die Kanten sind charirt und die Mitte jedes Kopfsteins tritt vor, eine Erhöhung bildend, die zuweilen 50 Centimeter erreicht. Diese Verzierung, dem Aquäduct des Gard nachgeahmt, macht, wie die bäuerischen Werke der Engländer, eine sehr gute Wirkung; sie ist dem Auge weit wohlgefälliger als die glatte Fläche, die man meistens an den Viaducten und Aquäducten findet und kommt bedeutend wohlfeiler zu stehen, da um die Stirnkante nur ein Schlag gezogen wird, das Uebrige aber roh bleibt, ziemlich wie es der Bruch liefert.

Eingezogenen Erkundigungen nach, sollen sich die Baukosten des Aquäducts auf 7000000 Frcs. belaufen haben, wobei auf den Quadratmeter des Längenprofils, die Bögen vollgerechnet, 336 Frcs. 7 Centim. kommen. Die Aufführung war von de Montricher geleitet.

96. Aquäduct von St. Clément, nahe Montpellier.

Zu diesem Bau brauchte man 13 Jahre (1753), unter der Leitung von Pitot. Seine Bestimmung ist, der Stadt Montpellier die Quellwässer von St. Clément und des Boulidon zuzuführen. Er endigt auf dem Platze Peyrou, wo er sich in drei Strecken verzweigt. Der Fall von seinem Anfang bis zu dem gedachten Platze ist 7,14 Meter auf eine Totallänge von 14268 Meter. Die Wassermenge ist 70—80 Zoll, d. i., 413—517 Liter in der Minute.

Die Hauptlänge des Aquäducts ist 980 Meter und dessen grösste Höhe 28 Meter; es bilden ihn zwei Reihen Bögen.

Die untere Reihe hat deren 70 mit 8,45 Meter Oeffnung und 3,73 Meter Pfeilerstärke. Die Weite der obern Bögen ist 2,73 Met. Drei Bögen der obern Etage stehen auf einem Bogen der untern.

Die Breite des Aquäducts ist sehr gering und nur 1,35 Meter an dem Gerinne, welches 1,3 Meter hoch ist; der übrige Theil der Etage ist 2,6 Meter breit.

Der Bau ist von Werkstücken ausgeführt.

97. Aquäduct von Caserta.

Dieser Bau ward im Jahre 1753 von dem Architekt Vanvitolli unweit Neapel über das Thal *Dei Monti-Tifata* errichtet.

Dessen Länge ist 514 Meter, seine grösste Höhe 58,51 Meter, die mittle 38 Meter und die Breite oberhalb zwischen den Stirnflächen 3,14 Meter; er besteht aus drei Etagen.

Die erste Etage hat 19 Bögen in Halbkreis, der eine über den niedrigsten Theil des Thals ist 7,68 Meter weit, die andern haben sämmtlich 6,44 Meter Oeffnung. Die Anfänge dieser 19 Bögen liegen im gleichen Niveau.

Die Pfeiler sind von 4,71 Meter Stärke, die des grössern Bogens haben Strebepfeiler, die übrigen dergleichen nur einer um den andern. Diese Strebepfeiler reichen bis zu dem Scheitel des Aquäducts, sind am Fusse 2,75 Meter, unter dem Obergesimse 2,36 Meter breit und springen am Fusse 2,1 Meter vor, welcher Vorsprung sich bis zu den Bogenanfängen der ersten Etage gleich bleibt. Von da ab, bis zu dem Scheitel der dritten Etage, vermindert er sich, so dass die Face der Strebepfeiler, die unten lothrecht ist, von den Anfängen der ersten Bogenreihe an bis hinauf eine Einziehung von 0,095 pr. Meter annimmt.

Die zweite Etage wird von einem Bogen mit 7,68 Meter Oeffnung und 26 Bögen mit 6,44 Meter Durchmesser, alle in vollem Bogen, gebildet. Die dritte Etage enthält 43 volle Bögen, wovon 42 6,44 Meter, der eine 7,68 Meter Weite haben. Die sämmtlichen Bögen der drei Etagen stehen lothrecht übereinander, so dass die Pfeiler durch alle Etagen gleich stark sind.

Ausser den grossen Strebepfeilern an einem um den andern Pfeiler, die bis zu der vollen Höhe des Baues, selbst mit der Brustmauer, ansteigen, finden sich deren noch an den Zwischen-

schenpfeilern der dritten Etage, die den grössern gleichen, aber geringern Vorsprung haben. Die Deckplatten der Brüstung, die Mauerbänder der dritten und ersten Etage profiliren um die Strebepfeiler; ebenso das Krönungsgesims der zweiten Etage und die Gürtgesimse der Bogenanfänge aller Etagen.

Der Aquäduct hat nachstehende Breiten:	Meter.
Die erste Etage	6,48
Die zweite Etage	5,50
Die dritte Etage, unter dem Obergesims . . .	3,77
Die dritte Etage, über dem Gesimse und dem Unterbau der Brustmauer	3,14

In diesen Massen sind die Strebepfeiler nicht mit begriffen.

Die grösste Höhe des Aquäducts besteht aus folgenden Abschnitten:

	Meter.	
Erste Etage.		
Pfeiler (ohne Sockel) . .	10,22	
Bandgesims	0,78	
Halbmesser des Bogens. .	3,22	
Schlussstärke . . .	2,55	
Krönung	0,78	
Summe		17,55
Zweite Etage.		
Pfeiler (ohne Sockel) . .	11,96	
Band	0,78	
Halbmesser des Bogens. .	3,22	
Schlussstärke . . .	1,36	
Krönung	0,92	
Summe		18,24
Dritte Etage.		
Sockel	1,44	
Schaft	11,27	
Band	0,78	
Halbmesser des Bogens. .	3,22	
Schlussstärke . . .	1,57	
Krönung	1,18	
Summe		19,46
Brüstung.		
Unterbau der Brüstung . .	0,78	
Brüstung	1,96	
Krönungsgesims der Brüstung	0,52	
Summe		3,26
Totalsumme		58,51.

Innerhalb der Leitung ist die Brüstung nur 1,31 Meter hoch; die lichte Weite zwischen denselben ist 1,84 Meter, die zu dem freien Uebergange benutzt wird. Unter dieser Bahn fliesst in einem gewölbten Canal das Wasser für Caserta. Dieser Canal ist im Lichten 92 Centimeter breit und 1,7 Meter im Scheitel hoch.

Die Construction des Aquäducts zeigt Schichten von Bruchstein von 16 Centimeter Stärke, zwischen denen drei Schichten Backsteine liegen und die horizontale Ausgleichung bewirken. Ein Mörtel von vorzüglicher Güte hat zur Speisung der Mauer gedient.

Der Fuss der höchsten Pfeiler und deren, die keine Strebepfeiler haben, trägt eine Masse von 0,005709 Cubikmeter auf einen Quadratcentimeter.

Nimmt man das Gewicht des Cubikmeters zu 2200 Kilogrammen, so ist jeder Quadratcentimeter mit 12 Kilogrammen 56 Decagrammen belastet.

98. Aquäduct von Maintenon.

Die Leitung, welche bestimmt war, das Wasser der Eure nach Versailles zu führen, ist nicht beendet worden; im Jahre 1684 angefangen, ward der Bau 1688 verlassen; der Erbauer war Vauban.

Da der Plan vorliegt, können wir dessen Details mittheilen.

Die grösste Höhe sollte 73,31 Meter, die Länge 5047 Meter halten, welche man durch drei Bogenreihen in vollem Bogen herstellen wollte.

Die Bögen der ersten und zweiten Etage waren auf 13 Meter Durchmesser projicirt und sollten auf 7,8 Meter starken Pfeilern ruhen. Den Bögen der dritten Etage wollte man 5,84 Meter Oeffnung und Pfeiler von abwechselnd 6,5 und 2,58 Meter Stärke geben. Den letzteren sollte ihre Stellung auf die Mitte der Gewölbe der zweiten Etage angewiesen werden, den andern in lothrechter Höhe über die Bogenpfeiler. Die Totalhöhe des Baues auf der Axe gemessen, würde in folgende Details gefallen sein:

Erste Etage.	Meter
Der Sockel, mit Ausschluss des Theils unter der Bodenfläche	1,95
Der Schaft bis zu dem Bande unter den Bögen . .	16,24
Das Band an den Bogenanfängen	0,65
Der Halbmesser der Bögen	6,50
Stärke des Gewölbes und der darüber liegenden Mauerung	5,73
Anmerkung. Da die Deckfläche der Etage sattelförmig zuläuft, so ist diese Stärke an dem Rande nur 4,76 Met., das Band von 0,73 Meter inbegriffen.	
Summe	31,07

Zweite Etage. Meter.

Sockel in der Axe gemessen	0,33
Anmerk. An dem Rande beträgt die Höhe nur 1,3 Meter.	
Schaft bis zum Bande unter den Bögen	14,30
Mauerband an den Anfängen	0,65
Halbmesser der Bögen	6,50
Stärke des Gewölbes mit Uebermauerung	5,53
Anmerkung. An dem Rande ist die Stärke 4,87 Meter, mit Einschluss des 0,73 Met. breiten Bandes.	
Summe	27,31

Dritte Etage.

Sockel in der Axe	0,65
Schaft bis an das Mauerband	5,84
Mauerband	0,65
Halbmesser der Bögen	2,92
Stärke der Wölbung bis zu dem Gerinne	1,30
Stärke des Rinnbodens	0,65
Tiefe des Canals bis zu der Höhe des Trottoirs . .	1,62
Höhe der Brustmauer	1,30
Summe	14,93

Ganze Höhe.

Erste Etage	31,07
Zweite Etage	27,31
Dritte Etage	14,93
	73,31

Die Etagen sollten folgende Breiten erhalten: Meter.

Am Fusse der ersten Etage, ohne die Ausladung des Sockels über dem Schafte von 0,11 Meter	15,08
am Scheitel der ersten Etage, ohne die Ausladung der Krönung	4,29
am Fusse der zweiten Etage, ohne Ausladung des Sockels	0,07
am Scheitel der 2. Etage, ohne die Ausladung der Krönung	9,10
Fuss der 3. Etage, ohne Sockelausladung . . .	6,98
Scheitel	6,66
Das Wassergerinne sollte breit sein	2,44

Aus diesen Dimensionen folgt, dass die Einziehung der Stirnseiten an den Pfeilern und den Gewölben in jeder Etage gleich projicirt war, nämlich:

In der 1. Etage 0,012 auf den Meter,
in der 2. Etage 0,017 - - -
in der 3. Etage 0,010 - - -

Die Etagenbreiten schliessen die Strebepfeiler nicht ein, welche für die beiden ersten Etagen projicirt waren. Diese schlossen in diesen Etagen etwas über den Anfängen der beziehlichen Bögen ab. Sie haben unten 1,95 Meter, oben unter dem Mauerband 1,62 Meter Vorsprung; deren Breite beträgt unten, wie oben 3,6 Meter.

Auf diese Hauptdimensionen war das grosse Bauwerk berechnet; aber nur die erste Etage ist ausgeführt worden.

Sie besteht aus 48 Bögen, die grösstentheils jetzt Ruinen bilden, da in diesem grossen Zeitraume sich die Umgegend von diesem Aquäduct mit Material zu ihren Bauten versorgt, die Einsickerung des Regenwassers und der Frost dabei das Ihrige gethan haben, die Zerstörung zu vermehren.

Die Pfeiler sind von hartem Bruchsteine und rohem Sandsteine mit Kanten und zwei Quaderverzierungen von charirtem Sandsteine.

Die Bogengewölbe sind von Backstein von 1 Meter Stärke; die Stirnbögen von charirtem Sandsteine; ein Drittel dieser Bögen zeigen zwei Quaderverzierungen von dergleichen Stein.

99. Aquäduct von Marly.

Dieser zur Leitung des Seinewassers nach Versailles bestimmte Bau, auf welchen das Wasser mittelst der Maschine von Marly gehoben wird, ist 644 Meter lang und im höchsten Punct 25 Meter hoch. Er besteht aus einer Bogenreihe in Halbkreis, von 7,8 Meter Oeffnung und gleich starken Pfeilern.

Am Fusse der Pfeiler misst der Aquäduct 5,85 und an den Bogenanfängen 1,95 Meter in der Breite.

100. Aquäduct von Carpentras.

Dieser Aquäduct ist 780 Meter lang und, wo er am Höchsten, 25 Meter hoch. Er enthält 46 Bögen, wovon 33 in vollem Bogen mit 11,7 Meter Durchmesser, 12 ebenfalls volle Bögen mit 7,8 Meter Oeffnung, einer, der über dem Auzon liegt, in Bogenstück von 23,4 Meter Spannung angelegt sind.

Mit Ausnahme der vier Pfeiler zunächst des grossen Bogens, die 9,11 Meter stark sind, haben alle andern 3,9 Meter Stärke.

Der Bau ist oberhalb 2,27, unten 5,20 Meter breit.

101. Aquäduct vom Gard.

(Fig. 16a, Taf. 10.)

Dieses unter dem Namen „Gardbrücke *(pont du Gard)*" bekannte Bauwerk liegt 18 Kilometer von Nimes, in dem engen Thal, worin der Gardon fliesst, und macht einen Theil des 41 Kilometer langen, von den Römern, angeblich einige Jahre v. Chr. erbauten Aquäducts aus, welcher die Quellwasser von Eure und Airan nach Nimes führte. Zwar wurde die Leitung selbst im

Anfange des fünften Jahrhunderts durch die Barbaren zerstört, doch blieb das eigentliche Monument verschont.

Der Bau besteht aus drei Etagen von Bögen, in der Höhe von 48,77 Meter über dem niedrigen Wasserstande des Gardon, und zwar ist: die erste Etage 20,12, die zweite 20,12 und die dritte 8,53 Met. hoch; die Länge, oben gemessen, beträgt 269 Met.

Die Durchschnittsfläche der Längenrichtung, die Bögen im Vollen gerechnet, ist 9200 Quadratmeter.

Die erste aus 6 Bögen bestehende Etage ist in Halbkreis gewölbt. Der zweite Bogen, von dem linken nach dem rechten Ufer gezählt, unter dem der Gardon fliesst, ist breiter und hat 24,52 Meter Oeffnung. Der Bogen an dem linken Ufer, sowie drei zunächst des grossen Bogens auf dem rechten Ufer haben 19,20 Meter und der letzte des rechten Ufers 15,55 Meter Oeffnung.

Die Bögen der zweiten Etage correspondiren mit denen der ersten und haben dieselbe Weite; nur enthält diese Etage fünf Bögen mehr, wovon zwei auf dem rechten Ufer 15,55 Meter haben. Von den dreien auf dem linken Ufer, ist der letzte gegen den Thalrand 15,55, die beiden andern aber sind 19,20 Meter gespannt. Es hat sonach die zweite Etage 11 Bögen.

Die Bögen der dritten Etage sind von einerlei Weite und haben 4,8 Meter Durchmesser. Die Widerlagspfeiler der beiden ersten Bogenreihen sind sämmtlich 4,55 Meter stark. In der dritten Etage ändert sich die Pfeilerstärke nach den Oeffnungen der zweiten Etage: vier Bögen der dritten Etage correspondiren mit dem grossen Bogen der untern; drei Bögen mit jedem einzelnen der zweiten, mit Ausnahme des ersten Bogens auf dem linken Ufer, über dem nur zwei stehen.

Von dieser Disposition hängt es ab, dass der grosse Bogen der zweiten Etage und der erste Bogen derselben auf dem linken Ufer auf ihrem Scheitel einen Pfeiler der dritten Etage tragen, während bei allen übrigen Bögen die Axen der Bögen des zweiten Ranges mit denen des dritten Ranges correspondiren.

Die Breite zwischen den Stirnflächen der ersten Etage beträgt 6,36 Meter; die der zweiten Etage 4,56 und die der dritten Etage 3,06 Meter. Es tritt sonach die zweite Etage gegen die erste um 90 Centimeter zurück. Da diese Breite durch das Obergesims noch um 37 Centimeter vermehrt wird, so wird dadurch den Fussgängern ein bequemer Weg zum Uebergange des Flusses gewährt.

Die Pfeiler der ersten Etage sind nur mit Vorköpfen stromaufwärts versehen.

Die grossen Bögen haben 1,6 Meter im Schlusse; alle übrigen Bögen der ersten und zweiten Etage 1,55 Meter. Diese Masse begreifet nicht die Mauerung über dem Schlusssteine, welche zur Abgleichung jeder Etage dient. Wollte man diese Uebermauerung hinzurechnen, so würde die Schlussstärke der Bögen des ersten Ranges 2,65 Meter betragen. Die Stärke im Schlusse der dritten Etagebögen ist 80 Centimeter, und nimmt man die Mauerung bis zum Bette des Gerinnes hinzu, 2,6 Meter. Das Gerinne ist 1,6 Meter hoch und mit Platten von 30—35 Meter Stärke überdeckt.

Die Scheitel der Intrados aller Bögen in jeder Etage liegen in einer horizontalen Ebene; da aber in den beiden untern Etagen die Halbmesser der Bögen verschieden sind, so können nothwendig deren Anfänge nicht in gleicher Höhe liegen.

Die Gardbrücke ist auf Felsen gegründet, die gegen 2 Meter über den niedrigen Wasserstand des Gardon ragen. Von Grund aus bis zu der dritten Schicht über der Krönung der dritten Etagepfeiler ist der Bau ganz mit Werkstücken aufgeführt, die aus grossen Blöcken bestehen, mittelst Steinzangen aufgebracht sind und keine Spur von Mörtel zeigen. Der obere Theil der dritten Etage besteht aus gewöhnlich gespeister Mauer, die mit gespitzten Bruchsteinen bekleidet ist. Er ist mit breiten Platten belegt, unter denen der Canal von 1,6 Meter Höhe und 1,2 Meter Breite zur Leitung des Wassers liegt. Die Lager und Fugen sind mit grosser Sorgfalt gearbeitet, die Kopfseiten sind roh, an den Kanten aber breite Charirungen angebracht.

Die Gewölbe der dritten Etage bestehen aus Werksteinen, die in Verband, wie heut zu Tage, gesetzt sind; dasselbe findet bei den untern Theilen der Gewölbe in der ersten und zweiten Etage Statt, soweit es die ruhenden Lagen betrifft. Was dagegen den obern Theil der Gewölbe anbelangt, so herrscht zwischen den Bögen kein Verband, so dass die Gewölbe des ersten Ranges in der ganzen Stärke durch drei lothrechte Ebenen, der Brückenaxe parallel geschnitten sind. Ein Gleiches findet sich in dem zweiten Range durch zwei verticale Ebenen.

Die Gardbrücke hängt auf der Seite stromaufwärts über. Als nämlich der Herzog von Rohan 1600 den Religionärs von Nimes zu Hülfe eilte, liess er alle Pfeiler des zweiten Ranges auf das Drittel ihrer Länge abbrechen, um seiner Artillerie Bahn zu machen. Diese Beschädigung ward erst ein Jahrhundert später wiederhergestellt.

Von 1743—1747 schloss man der ersten Reihe Bögen eine neue Brücke für den öffentlichen Verkehr an. Der Druck, den die erste Schicht der Pfeiler an dem grossen Bogen der ersten

Etage zu widerstehen hat, beträgt 18,72 Kilometer auf den Quadratcentimeter; angenommen, dass der Druck auf die Schicht des Pfeilers und des Vorkopfs sich gleichmässig vertheilt. Der Druck, den diese Schichten während der Destruction durch Rohan in der Dauer von 100 Jahren auszuhalten hatten, betrug 23,15 Kilometer auf den Quadratcentimeter.

102. Aquäduct von Buc.

Dieser Aquäduct liegt in der Flur von Buc bei Versailles. Er ward unter Ludwig XIV. 1686 erbaut, um aus den Deichen von Saclé, Trou-Salé und St. Hubert das Wasser nach Versailles zu leiten; er besteht aus zwei Etagen. Die erste Etage ist bis auf einen Bogen, durch welchen der kleine Fluss Bièvre fliesst, durch einen Damm, auf dem der Weg von Versailles nach Villiers-le-Baclé liegt, ganz verschüttet. Die zweite Etage, die auf ihrer ganzen Länge offen daliegt, hat 476 Met. Länge und 21,45 Met. Höhe. Deren 19 Bögen in Halbkreis sind 9,75 Meter weit, die Stärke der Pfeiler ist 11,75 Meter. Die obere Breite von Stirn zu Stirn beträgt 2,35 Meter, am Fusse 3,90 Meter. Die Einziehung der Facen ist regelmässig 36 Millimeter auf den steigenden Meter. Der Wasserlauf auf der Höhe des Aquäducts ist 1,3 Meter tief und 1 Meter breit, und mit steinernen, 16 Centimeter starken Platten bedeckt. Das Material des Baues ist ein harter Bruchstein, roh bearbeitet; die Kanten der Pfeiler und Bögen bestehen aus grob gespitztem und unregelmässig gefügtem Werkstein.

103. Aquäduct von Arcueil.

Um die Wässer von Rungis nach Paris zu führen, bauete Marie de Medicis nach dem Entwurfe von la Brosse i. J. 1624 diese Wasserleitung, die im Ganzen 390 Meter lang, 22 Meter in grösster Höhe und 3,37 Meter breit ist. Sie ist durch Strebepfeiler verstärkt, welche gegen 12 Meter auseinander liegen und in jeder Zwischenweite 9 Bögen von 7,8 Meter Spannung haben. Das Material ist ein Werkstein.

104. Aquäduct der Crau von Arles.

Dieser Aquäduct war i. J. 1588 über einen Sumpf erbaut und dient, das Wasser des Canals von Crapone darüber zu leiten. Dessen Länge beträgt 625 Meter, die Höhe gegen 10 Meter. Die Bögen sind in Halbkreis von 5,85 Meter Weite, die Pfeiler 3,9 Meter stark. Oberhalb hat der Aquäduct 5,20 Meter Breite.

105. Aquäduct von Tarragona.

Ein antikes Monument bei Tarragona in Spanien, von 272,86 Meter Länge, 32,78 Meter Höhe im höchsten Puncte und 16,25 Meter mittler Höhe. Es besteht aus zwei Etagen von vollen Bögen. Die erste Etage enthält 11 Bögen von 6,78 Meter Durchmesser, die von Pfeilern getragen werden, welche oben 3,35 Meter stark sind. Die Breite dieser Etage misst von einer Stirnfläche zur andern 2,6 Meter; unter der Pfeilerkrönung 2,92 Meter. Die Einziehung der Pfeilerstirnseiten ist 8 Centimeter pr. steigenden Meter, die der innern Seiten nur 3 Centimeter. Die grösste Höhe hält 19,59 Meter. Die zweite Etage zeigt 25 Bögen; von diesen haben die 11 Bögen, die mit denen der ersten Etage correspondiren, 8 Meter Durchmesser und deren Pfeiler am obern Ende 2,01 Meter Stärke. Die 14 andern Gewölbe sind 6,5 Meter weit und deren Pfeiler oben 2,6 Meter stark. Die Breite dieser Etage ist oben wie unten 2,27 Meter. Die ganze grösste Höhe des Baues besteht im Einzelnen aus:

Erste Etage.	Meter.	
Pfeiler von dem Boden bis zu der Krönung .	14,62	
Krönung desselben	0,32	
Halbmesser des Bogens	3,39	
Abstand des Intrados von der Krönung der Etage	0,94	
Krönung der Etage	0,32	
		19,59
Zweite Etage.		
Pfeiler bis an dessen Krönung	5,20	
Krönung desselben	0,79	
Halbmesser des Bogens	4,01	
Abstand des Intrados bis an die Hauptkrönung .	0,87	
Stärke der Krönung	0,86	
Brustmauer	1,46	
		13,19
	Ganze Höhe	32,78

Der Aquäduct ist aus Werksteinen erbaut und die Aussenflächen sind *en bossage* gearbeitet.

Bemerkungen zu den 6 Tabellen

über die

Dimensionen, Kosten etc. der merkwürdigsten Viaducte in Frankreich, England, Deutschland und anderen Ländern etc.,

welche am Schlusse dieses Werkes angehängt sind.

Zu Nr. 56a. Die Höhe ist bis zu der oberen Abschrägung der Stirnpfeiler gemessen. Die ganze Länge einer Röhre ist 460,25 Meter und das Totalgewicht 5352475 Kilogrammen, als: Hammereisen 4733212 Kilogrammen, Gusseisen 515950 Kilogrammen, Schienenbahn 83283 Kilogrammen. Das Gewicht von zwei Röhren beträgt 10704950 Kilogr. Die Stärke des Blechs ändert von 11—19 Millimeter. Die Brücke hat 15046625 Fr. gekostet, wobei das Baumaterial und 100000 Fr. für Versuche begriffen sind. Der Kostenbetrag für den Kilogramm verlegter Röhre ist 0,841 Frcs.

Zu Nr. 83. Der Bau steht auf Pfahlrost. Er ist durch breite Plattformen in mehre Abschnitte getheilt, worauf Geschütz aufgepflanzt werden kann.

Zu Nr. 85. An den Kanten der Pfeiler und Bögen finden sich keine Werksteine. Die Bruchsteine des Baues sind gröblich behauen und irregulär vermauert.

Zu Nr. 87. Die Anlage beschreibt einen Bogen von 388,27 Meter Halbmesser. Die Pfeilerstärke ist an der schmälern Seite des Horizontalschnittes, der Trapez ist, gemessen.

Zu Nr. 89. Die Zwischenweiten sind mit platten Steinen überdeckt, welche die Wölbungen vertreten. Nach einigen Autoren sollen die Oeffnungen nur 14 Meter betragen.

Zu Nr. 96. Die drei letzten Bögen sind gedrückte und haben eine von den andern verschiedene Weite.

Zu Nr. 97. Die Höhe der Brüstung von der Krönung beträgt äusserlich 3,36 Meter, innerhalb aber, von den Trottoirs gemessen, 1,31 Meter.

Zu Nr. 98. Es ist nur die erste Etage zur Ausführung gekommen. Die Schlussstärke, mit Inbegriff der, über dem Gewölbe liegenden Mauerung, ist 6,33 Meter.

Zu Nr. 101. Die Lagerfugen der Werkstücke sind nicht gespeiset. In Folge eines Abbruchs an den Pfeilern, der erst ein Jahrhundert später wieder hergestellt wurde, hat die Belastung am Fusse der zweiten Etage während 100 Jahren 23,15 Kilogrammen auf den Quadratcentimeter betragen.

Zu Nr. 112. Zum Theil im Jahre 1383 durch Bonifaz IX. demolirt; es sind nur noch vier Bögen übrig.

Zu Nr. 113. An die Stelle der früheren hölzernen Jochbrücke, welche die beiden Elbufer in Dresden in Verbindung setzte, wurde im Jahre 1119 der Bau einer steinernen begonnen, aber erst 1173 oder 1198 beendigt. Als Baumeister wird Matthäus Fotius genannt. Ungeachtet der damals so niedrigen Arbeitslöhne, wo ein Arbeiter nur einen Weisspfennig (gegen 4 Pfennige unseres Geldes) Tagelohn erhielt, beliefen sich die Bauko-

sten doch auf 168000 Meissnische Gülden (à 21 Gr. Convent.). Dieser Bau wurde im Jahre 1343 durch die Eisfahrt zerstört; doch bereits im folgenden Jahre ward mit dem Neubau aus grossen Pirna'er Werkstücken, die man am untern Theile der Pfeiler noch durch eiserne Klammern verband, angefangen.

Bei diesem Neubau erhielt die Brücke 24 Pfeiler und ebensoviel Bögen und eine Länge von 800 Schritt (gegen 160 rheinl. Ruthen oder 602,56 Meter). Kurfürst Moritz liess 1551 bei Verstärkung der Festungswerke 5 Pfeiler vom Schlosse ab verschütten, wodurch die Brücke auf 19 Pfeiler und 630 Schritte beschränkt wurde.

Unter dem Könige Friedrich August I. erhielt die Brücke ihre neuere und geschmackvollere Gestaltung. Der Ober-Landbaumeister Pöpelmann (Erbauer des sogenannten Zwingers) begann den Umbau 1727 und vollendete ihn 1731 mit einem Aufwand von 54000 Thalern. Die Fahrstrasse und Trottoirs wurden erhöht; jene erhielt eine Breite von 7,64 Meter (13½ Dresdner Ellen); die Fusswege wurden mit Sandsteinplatten belegt und auf 1,42 Meter (2½ Ellen) verbreitert; die Pfeiler mit starken Vorköpfen versehen und auf beiden Seiten derselben Rundtheile mit steinernen Bänken angebracht. Statt der alten steinernen Brüstung wurde ein eisernes 0,85 Meter hohes eisernes Geländer, das 15559 Thaler kostete, nebst dergleichen Laternenpfählen aufgesetzt.

Im Jahre 1737 ward die Brücke, des Baues der katholischen Kirche wegen, abermals um zwei Pfeiler verkürzt; weshalb jetzt nur 17 Pfeiler mit 16 Bögen übrig sind, die eine Länge von 552 Schritt oder 690 Ellen (390,54 Meter) betragen.

Am 13. März 1813 liess der Marschall Davoust den vierten Pfeiler sprengen, welches den Einsturz der anliegenden Bögen nach sich zog, ohne auf den übrigen Theil der Brücke einzuwirken. Bereits im Jahre 1814 war der Bau wiederhergestellt, und in neuerer Zeit wurden die Ruhebänke erneuert, das eiserne Geländer broncirt, die Beleuchtung mit Gas eingeführt und die Trottoirs mit Granitplatten neu belegt.

Im Jahre 1845 senkte sich der, in Folge der ausserordentlichen Hochfluth, unterwaschene (nachträglich verlängerte) Pfeiler, worauf das Crucifix stand, und mussten die anliegenden Bögen neu gewölbt werden.

Zu Nr. 114. Ueber jedem Pfeiler ist ein kleiner Bogen eingewölbt, der den Gewölbwinkel durchsetzt und dem Hochwasser Durchfluss gestattet. Die Schlussstärke der Gewölbe ist nach Gauthey angegeben; Wiebeking bestimmt sie auf 0,65 Meter.

Zu Nr. 117. Die Gewölbe sind von Werksteinen schlicht bearbeitet, das Uebrige von Ziegeln.

Zu Nr. 118. Perronet giebt die Oeffnung zu 150 Fuss (48,75 Meter) und den Bogen zu ungefähr 80 Fuss (26,00 Meter) Halbmesser an.

Zu Nr. 120 Der Bau ruht auf Felsen. Das Gewölbe besteht aus zwei abgesonderten Bögen, deren Wölbsteine 20—25 Centimeter Dicke und 65 Centimeter im Schnitte haben.

Zu Nr. 123. Auf Felsengrund. Die Gewölbe von geflächtem Sandstein, die Kanten von Werkstücken. Die Brücke wurde auf Kosten des Cardinals Tournon von einem Italiener erbaut.

Zu Nr. 124. Der Bau hat in den Jahren 1849, 50 und 51 grosse Reparaturen nöthig gemacht; man hat dabei unter die vollen Bögen andere gedrückte eingewölbt.

Zu Nr. 130. Die Stirnpfeiler stützen sich gegen Felsen. Die Gewölbstärke im Schlusse ist nach Wiebeking angegeben.

Zu Nr. 133. Die eine der beiden Brücken, bekannt unter dem Namen *Pont-aux-Doubles*, ist umgebauet worden.

Zu 134. Zwei Bögen wurden 1648 durch eine Hochfluth zerstört. Die auf der Brücke erbauten Häuser trug man 1788 ab.

Zu Nr. 137. Der Einsturz der Brücke ward durch das Unterwaschen der Pfeiler herbeigeführt. Das Flussbett besteht nämlich aus feinem Sande, den das Wasser bei'm Anwachsen leicht bewegt und wegführt.

Zu Nr. 144. Die erste Brücke ist auf Senkkästen fundirt. Die Grundpfähle sind mit einer Ramme gestossen worden, welche durch drei Pferde bewegt ward und in der Stunde siebenzig Schläge that.

Zu Nr. 147. Die Bögen fangen 0,318 Meter unter dem kleinsten Wasserstande an. Die Länge der ganzen Brücke beträgt 313,8 Meter. Gegen die verbrochenen Ecken der Stirnpfeiler stehen, unter Winkeln von 45° nach Aussen zu laufend, 9,624 Meter lange Flügelmauern, an deren Enden sich 1,57 Meter aus den Kaimauern hervorspringende Pilaster befinden, deren beide Richtungen mit der der Brücke rechte Winkel machen.

Die Schicht, welche das Gesims bildet, ist 0,706 Meter hoch, mit Einschluss der 0,26 Meter starken Gesimsglieder. Der Wulst

hat überhaupt 0,47 Meter Ausladung. Das Geländer ist von dem Wulst an 0,987 Meter hoch.

Die Brücke ist auf 3,138 Meter tiefen Pfahlrost von Werksteinen gemauert und mit 2084000 Frcs. verdungen worden.

Ueberdiess sind noch 586856 Frcs. für Schöpfarbeit und unvorhergesehene Ausgaben verausgabt.

(Man lese Perronet's Werke, übersetzt von Dietlein, Seite 175 u. w.)

Zu Nr. 149. Diese Brücke ist von Werkstücken aufgeführt. Vier Bögen stürzten in Folge des Eisganges von 1789 ein und wurden 1810 wiederhergestellt. Im Jahre 1835 und 1836 sicherte Beaudemoulin die Fundamente dreier Pfeiler durch Einspritzen von Kalk durch die Mitte der Pfeiler, wodurch derselbe die Zwischenräume der Grundpfähle, welche ausgewaschen waren, ausfüllte. Diese Sicherungsmassregeln wurden durch denselben Ingenieur 1838, 39 und 40 noch dadurch vervollständigt, dass er Fluthbetten von Béton legte.

Zu Nr. 153. Der Bau ward für die Summe von 612000 Frcs. zugeschlagen. Die Stirnpfeiler sind mit Schultermauern von 4,55 Meter Länge, 4,71 Meter Stärke und 12,02 Meter Höhe bis an die Krönung versehen. Die mittleren Wölbsteine haben nur 1,62 Meter Stärke; man hätte daher den Schlussstein ebenfalls auf dieses Mass setzen können, wie Perronet bemerkt. Der Bau ward von 1757—63 unterbrochen.

Jeder Stirnpfeiler ist gegen den Schub der Bögen durch Flügelmauern versichert, die in einem Winkel von 45° ausgehen, dann aber gebrochen in paralleler Richtung mit den Häuptern 8,16 Meter lang, 1,88 Meter stark, sich an die Kaimauern anschliessen.

Die Mittel- und Stirnpfeiler sind 2,82 Meter unter dem letzten Absatze und 4 Meter unter dem Anfange der Bögen, auf 0,94 Meter von einander entfernten Grundpfählen und Rost von Eichenholz gegründet.

Auf den Brückenhäuptern liegt ein Gesims von 0,42 Meter Höhe, aus einem Wulst und Hohlkehle bestehend.

Die Geländer sind mit Einschluss der Deckschicht 1,1 Meter hoch und 0,47 Meter stark.

Zu Nr. 162. Die Stirnpfeiler werden durch Schultermauern an deren Rückseite verstärkt. Das Baumaterial ist ein harter Sandstein. Am 4. October 1768 wurde der Schlussstein eingesetzt, und den 10. d. M. bereits ausgerüstet.

Zu Nr. 165. Zuerkannt für 2394000 Frcs., ohne die Erdarbeit und die Strassenverbindung, wofür allein 1172400 Frcs. bezahlt wurden.

Die Gewölbbogen schliessen sich an die Stirnmauern kuhhornartig an.

Zu Nr. 176. Die Brücke sollte von Sandstein errichtet werden, die Stirnseiten sich in Kuhhornform mit dem Gewölbe verbinden. Der Halbmesser der Stirnbögen war zu 97,45 Meter (300 Fuss) bestimmt.

Zu Nr. 177. Die angegebene Stärke der Stirnpfeiler fasst nicht die drei Strebepfeiler an der Rückseite ein. Diese Pfeiler sind 5,85 Meter lang, 1,95 dick; die beiden Räume zwischen ihnen sind nach Halbkreisen abgerundet, um einen grösseren Theil des Drucks auf die Stirnpfeiler den Strebepfeilern zu überweisen.

Der Bau wurde für 1526000 Frcs., mit Inbegriff des Strassenanschlusses, zugeschlagen. Er ist von Werksteinen aus den Brüchen von Saillantcourt und der Umgegend construirt.

Im Jahre 1814 ward ein Bogen über dem Flusse gesprengt, ohne dass der übrige Theil der Brücke dadurch schadhaft wurde.

Die Mittelpfeiler sind in der reinen Mauer vom niedrigsten Wasserstande an 2,82 Meter stark; unter diesem springt jede Schicht 0,47 Meter vor; das Ganze steht auf Pfahlrost.

Die Pfeiler sind mit Einschluss des Gesimses 5,66 Meter (Niveau des höchsten Wasserstandes) hoch. Sie bestehen aus vollen 2,82 Meter starken gekuppelten Säulen an jedem Ende; die Säulenweite ist 2,82 Meter. Der untere Theil der Zwischenweite wird durch einen umgekehrten Bogen geschlossen, der obere Theil ist mit Kappen überwölbt, welche durch den Bogen gehen.

Ausser den sechs steinernen Bögen sollte noch eine Zugbrücke inmitten der Brücke zum Durchgange der Schiffe angebracht werden. Dieser wollte man 19,49 Meter Weite geben. Die steinernen Bögen waren in Kuhhornform projicirt.

Zu Nr. 196. Die Gewölbe sind von Werksteinen. Der Bau ward für 64800 Frcs. in Accord gegeben. Die Mittelpfeiler werden auf jedem Ende durch kreisrunde Vorköpfe geschlossen, die, mit $\frac{1}{4}$ vermauert, oben auf jeder Seite um 0,08 Meter eingezogen sind und daselbst kleine dreieckige Nebenpfeiler bilden.

Zu Nr. 200. Von Werksteinen (harter Sandstein). Verdingt mit 39379 Frcs. Auf Pfahlrost.

Zu Nr. 203. Ist nicht ausgeführt worden.

Zu Nr. 204. Diese ganz von Werksteinen ausgeführte Brücke ward für 2993000 Frcs. zugeschlagen.

Die Stärke der Stirnpfeiler ist 16,24 Meter, mit Einrechnung der beiden Strebepfeiler von 7,15 Meter, deren Zwischenweite 5,52 Meter beträgt.

Zu Nr. 208. Die Gewölbe sind von Werksteinen. Der Stirnpfeiler schliesst seiner ganzen Höhe nach zwei rechteckige Schachte von 3,05 und 1,37 Meter Seite ein, die durch eine 0,92 Meter starke Mauer getrennt sind.

Zu Nr. 210. Ausser den drei Bögen sind auf jeder Flussseite noch zwei kleinere Bögen für den Leinpfad paarweise angebracht, deren Fuss 2,29 Meter über den Anfängen der grossen Bögen liegt.

Zu Nr. 211. Ganz von Backsteinen erbaut. Das Gewölbe ist bis 0,61 Meter über die Anfänge parallel extradosirt.

Jede Flügelmauer bildet mit den Stirnseiten eine wenig gebogene Curve. Die Flügelmauern sind auf der Rückseite in ganzer Höhe lothrecht; ihre Dicke ist 0,46, ihre Länge 3,66 Meter. Die Bogenanfänge liegen 1,06 Meter über dem Leinpfade.

Zu Nr. 214. Die Gewölbe sind von Bruchsteinen mit quadrirten Kanten. Der Abstand des Extrados von dem Canalbette ist 0,59 Meter. Die Breite des Canals beträgt 5,2 und die Tiefe unter dem Leinpfade 2,44 Meter.

Zu Nr. 215. Die Entfernung des Canalbettes von dem Intrados ist 2,6 Meter.

Zu Nr. 216. Die Oberkante des Schlusses liegt in dem Niveau des Canalbettes. Der Canal ist 6 Meter hoch und auf dem Grund 5,6 Meter breit. Der Bau ist von Bruchsteinen, die Kanten sind von Werkstein aufgeführt.

Zu Nr. 217. Die angeführte Stärke im Schlusse begreift die Platten des Canalbodens mit. Die Breite des Canals ist 2,8, die Tiefe unter dem Leinpfade 2,7 Meter. Die Gewölbe sind von Backsteinen.

Zu Nr. 218. In der Gewölbstärke ist eine Zugröhre gemauert, deren Bestimmung ist, im Winter einen Strom erwärmter Luft unter dem Canale circuliren zu lassen, um das Zufrieren zu verhindern. Dieser Zug ist gegen 3 Meter breit und 0,5 Meter im Scheitel hoch.

Zu Nr. 221. Die Gewölbe sind von Werkstein. Das Fundament ruht auf Felsen. Der grosse Bogen ist auf 12 Grad extradosirt. Die Gewölbwinkel über den Pfeilern und den Extrados sind durch drei, mit den Stirnen parallel laufende Mauern besetzt, die durch die ganze Länge der Brücke laufen.

Diese Mauern sind 0,76 Meter stark, durch 0,91 breite Zwischenräume getrennt, und mit Platten überlegt, welche die Fahrbahn tragen.

Ueber dem Extrados des Schlusses vom grossen Bogen haben diese Mauern 0,61 Meter Höhe.

Die Stirnpfeiler der kleinen Gewölbe sind durch divergent liegende Flügelmauern verstärkt, deren Rückseite mit der Hinterseite des Stirnpfeilers bogenartig verbunden ist.

Zu Nr. 222. Die Stirnpfeiler von 2,14 Meter sind durch gebogene Flügelmauern verstärkt, welche paarweise durch Mauern verbunden werden, deren eine am Ende der Flügel, die andere in der Mitte angebracht sind. Die Gewölbe sind parallel extradosirt; das untere Drittel der Gewölbwinkel ist ausgemauert. Der Raum der Gewölbwinkel zwischen den Stirnmauern wird von einem kleinen Gewölbe durchsetzt, deren Widerlagen parallel den Stirnmauern laufen und mit ihnen durch Platten verbunden werden. Diess Gewölbe, nebst den Platten, trägt die Fahrbahn.

Zu Nr. 223. Jeder Stirnpfeiler wird gestützt, durch die Kaimauer, die in seiner Verlängerung liegt, durch zwei Flügelmauern, wie in Nr. 222 und durch einen Strebepfeiler in der Mitte der Hinterseite.

Zu Nr. 225. Die Flügelmauern sind weit ausgebogen und die innere Seite durch Kreisbögen mit der Rückseite des Stirnpfeilers verbunden.

Zu Nr. 226. Mit gebrannten Steinen, die Ecken mit Werksteinen quadrirt.

Zu Nr. 229. Jeder Stirnpfeiler wird durch zwei Flügelmauern gestützt, die sich etwas ausbiegen und 1,83 Meter stark sind. Sie schliessen durch Halbkreis sich an die Rückseite des Stirnpfeilers und sind stark abgeböscht.

Zu Nr. 230*a*. Der Grund ist Felsen. Die Flügelmauern sind wie bei Nr. 229.

Zu Nr. 232. Die Stirnmauern haben gebogene Flügelmauern, die sich mit der Rückseite rechtwinkelig verbinden.

Die Einziehung dieser Mauern ist beträchtlich.

Zu Nr. 233. Flügelmauern wie bei Nr. 232, jedoch sind die Winkel, wo diese Mauern mit der Rückseite des Stirnpfeilers zusammenstossen, massiv ausgemauert.

Zu Nr. 235. Jeder Stirnpfeiler ist mit zwei Flügelmauern verstrebt, die geradlinig und wenig ausweichend sind. Deren Rückseite schliesst sich in Halbkreis an die Hinterseite des Stirnpfeilers an. Diese Flügelmauern sind 2,14 Meter stark und innerhalb mit Strebepfeilern versehen. In 11,30 Meter Entfernung von der Hinterseite des Stirnpfeilers brechen sich die Flügelmauern rechtwinkelig in die Chaussee. Die Wölbung ist fast parallel extradosirt und von Werksteinen aufgeführt. In den Gewölbwinkeln stehen vier Mauern von 0,61 Meter Stärke parallel mit den Stirnmauern, die an sich 1,07 Meter stark sind. Diese Mauern sind mit Platten überlegt, auf denen die Chaussee ruht. Ueber jedem Stirnpfeiler findet sich ein kleines Gewölbe für den Leinpfad von 1,83 Meter Breite, in welches man durch einige steinerne Stufen tritt. Das Gewölbe ist stark kuhhornartig ausgeschweift, und die Schweifung erstreckt sich bis 2,14 Meter von der Stirnseite ab in die Wölbung.

Zu Nr. 236. Die Kanten der Bögen sind in Kuhhornform ausgeweitet. Jeder Stirnpfeiler wird durch zwei gebogene Flügelmauern von 0,92 Meter Stärke und durch einen Strebepfeiler von 1,52 Meter Länge, 1,52 Meter Breite, zwischen den Flügelmauern gestützt.

Zu Nr. 238. Diese von Werkstein gemauerte Brücke hat 1247500 Frcs. gekostet, ohne den Strassenanschluss, dessen Kosten 187,000 Frcs. waren. Der Bogen hat 2 Meter Stärke in den Anfängen. Das Innere der Tympans ist mit kleinen Gewölben ausgesetzt, welche parallel den Stirnseiten laufen und die Chaussirung tragen. Diese Brücke besitzt die bekannte grösste Bogenweite unter den gemauerten Brücken.

Zu Nr. 240. Von Werksteinen gebaut. Die Kanten der Bögen sind etwas kuhhornartig ausgeweitet. Der Stirnpfeiler ist durch zwei Strebepfeiler verstärkt, von 6 Meter Länge und 3 Meter Stärke, die an der Rückseite liegen. Die Brücke hat 1400000 Frcs. gekostet.

Zu Nr. 241. Die Gewölbe sind von Werksteinen. Jeder Stirnpfeiler wird durch zwei Flügelmauern, die sich bogenförmig ausbreiten, verlängert. Jede derselben besteht aus vier parallelen Mauern, die durch kleine Quermauern unter rechtem Winkel verbunden werden.

Die Gesammtstärke eines solchen Mauersystems, die Zwischenräume inbegriffen, ist 2,14 Meter. Die Räume sind 0,61 Meter breit und durchschnittlich 2,13 Meter lang. Die verschiedenen Zwischenmauern haben 0,45 Meter Stärke.

Die Flügelmauern tragen die Trottoirs, und auf der ganzen Ausdehnung der Brücke ruhen diese auf gleichartig angelegten Mauern.

Die Brückengewölbe sind auf $\frac{2}{3}$ ihrer Abwickelung parallel extradosirt; in dem untern Drittel sind die Zwischenweiten ganz ausgemauert.

Die Hochwasser vom 9. Februar 1831 stiegen bis auf 0,61 Meter unter den Scheitel der kleinen und bis 1,37 Meter der grossen Gewölbe; demungeachtet hat die Brücke vollkommen widerstanden.

Zu Nr. 248. Die beiden Seitenbögen sind bei'm Zusammenstoss mit den Rändern der Schlucht abgeschnitten. Sie sind mit dem nämlichen Halbkreis, wie der mittle, beschrieben und schneiden bei 6,07 Meter von dem Bogenanfange abwärts ab. Die Stärke der Stirnpfeiler ist 2,6 die lichte Breite zwischen den Brustmauern 3,16 Meter.

Zu Nr. 249. Jeder Stirnpfeiler wird durch zwei hintere Strebebögen gestützt.

Zu Nr. 253. Die Gewölbe sind Ziegel mit Stirnbögen von Werkstein. Die Stirnpfeiler werden durch Flügelmauern gestützt, die mit den Stirnseiten in gleicher Flucht fortlaufen. Die Baukosten waren 68,300 Frcs.

Zu Nr. 254. In der Verlängerung der Stirnseiten sind Flügelmauern angebracht. Die Brücke ist auf ein durchlaufendes Bett von Béton fundirt, welches stromaufwärts eine Spundwand hat. Die Wölbungen sind Werkstein. Die Kosten betrugen 51600 Frcs.

Zu Nr. 255. Werksteinbau. Das Hauptbett ist Béton mit vorgeschlagener Spundwand. Die Baukosten ohne Auf- und Abfahrten waren 82400 Frcs.

Zu Nr. 256. Von Werksteinen. In dem Innern der Gewölbwinkel sind hohle überwölbte Räume angebracht.

Die Erbauung mit Zu- und Abfahrt kostete 1286553 Frcs.

Zu Nr. 257. Die Gewölbe sind von Werkstein. Die Flügelmauern haben 3,5 Meter Länge und 2 Meter Stärke und liegen in der Stirnflucht.

Zu Nr. 258. Das Gewölbe von Bruchsteinen, mit Kante von Werkstein.

Zu Nr. 259. Desgleichen.

Zu Nr. 260. Der Felsen vertritt die Stirnpfeiler; das Gewölbe ist Werkstein.

Zu Nr. 261. Die Gewölbe sind von gespitzten Bruchsteinen, mit Kanten und drei vollen Schichten von Werksteinen. Das Fundament liegt auf Béton. Hinter jedem Stirnpfeiler sind zwei Flügelmauern in der Stirnflucht, 7 Meter lang, angebracht. Die Brücke überschreitet zwei Flussarme.

Zu Nr. 263. Die Gewölbe von gespitzten Bruchsteinen mit Kanten von Werkstücken. Kostenbetrag 380,000 Frcs.

Zu Nr. 264. Jeder Stirnpfeiler ist hinterwärts durch einen Bétonguss von 9,3 Meter Länge verstärkt, der einen kleinen Bogen für den Leinpfad trägt.

Die Gewölbe sind von Werksteinen von 0,7 Meter Steinlänge, mit 7 Schichten von 1,3 Meter Länge. Die Gewölbwinkel sind bis auf 8,5 Meter Höhe über den Bogenanfängen ausgemauert und darüber mit Sandbéton ausgefüllt. Das Fundament ruht auf Béton. Die Kosten haben 680000 Frcs. betragen.

Zu Nr. 265. Die Gewölbe sind Bruchstein mit Kanten von Werkstein und sieben Schichten von dergleichen. Die Gewölbwinkel sind bis zu 5,4 Meter Höhe über den Anfängen ausgemauert, das Uebrige mit Sandbéton ausgegossen. Die Grundlage ist Béton. Die Kosten betrugen 300000 Frcs.

Zu Nr. 266. Die Gewölbe von Backstein; die Pfeiler von Werkstein auf Pfahlrost. Drei Hauptpfeiler, welche hohl sind, um den Steingrund von Innen erneuern zu können. Die Füllmauern bei den Pfeilern und Stirnpfeilern sind Kreide.

Zu Nr. 267. Gewölbe und Pfeiler von Ziegeln. Die Stirnpfeiler von Kreide mit Ziegelverkleidung.

Zu Nr. 268. Die Gewölbe sind ganz aus rohem quarzigem Steine von kleiner Dimension, mit hydraulischem Kalk und Cement von Vassy aufgeführt. Die Aussenseiten sind mit Cement beworfen und gewähren den Anblick von Werkstein. Die Massen der Stirnpfeiler von der alten Brücke sind beibehalten worden.

Zu Nr. 269. Die Stärke der Stirnpfeiler begreift nicht zwei Strebepfeiler von 2 Meter Länge. Die Pfeiler sind von Werkstein, die Gewölbe von Ziegeln.

Die Ziegelsteine der Bögen messen 0,45 Meter Länge, 0,18 Meter Breite und 0,08 Meter Dicke.

Zu Nr. 270. Die Gewölbe sind mit gespitztem quarzigem Steine aufgeführt, die Kanten von Werkstein.

Zu Nr. 271. Die Gewölbe von geflächtem Bruchsteine mit Werksteinkanten. In der Stärke der Stirnpfeiler, über der Anfangslinie der Bögen, sind zwei Gewölbe für den Leinpfad angebracht. Keine Flügelmauern. Die Brustlehnen sind Eisenguss.

Zu Nr. 272. Von gebrannten Steinen. Die Stirnpfeiler sind mit Flügelmauern versehen.

Zu Nr. 273. Die Pfeiler sind von Werkstein, die Gewölbe von Ziegeln. Bei der angegebenen Stärke der Stirnmauern sind drei Strebepfeiler von 7 Meter Länge mit gemessen.

Zu Nr. 275. Die Stärke der Stirnpfeiler begreift die Flügelmauern mit. Der Bau ist von Ziegeln mit Ausschluss der Vorköpfe, die von Werkstein sind. Die Hinterköpfe sind ebenfalls von Ziegeln.

Tabelle

von der Schlussstärke der merkwürdigeren Viaducte, Aquäducte und bekannteren Brücken nach der Grösse der Halbmesser geordnet.

(Die Bögen, bei denen das Material nicht besonders angegeben ist, sind meistens von Werkstein.)

Nummer der nachstehenden Tabellen.	Halbmesser.	Stärke im Schlusse.	Die Schlussstärke ist gleich dem Radius mal:	Art des Materials.	Zeit der Bauausführung.	Namen der Baumeister.
	Meter.	Meter.				
26	2,50	0,50	0,200	Mühlstein *)		
27	2,75	0,45	0,163	Ziegel		
211	3,66	0,31	0,085	Dergl.		Telford.
11	4,12	0,70	0,170	Mühlstein	1845—48	
18	4,20	0,80	0,191	Bruchstein	—	Foulon und Thoyot.
25	4,20	0,80	0,191	Dergl.	—	Dieselben.
47	4,41	0,50	0,111	Ziegel		
41	4,50	0,48	0,106	Dergl.	1847	
45	4,57	0,60	0,131	Dergl.	1849	Peter Dawn.
38	4,58	0,48	0,105	Dergl.	1849—50	
3	4,60	0,60	0,133	Dergl.	1844—45	J. Locke.
46	4,60	0,46	0,100	Dergl.		
36	4,67	0,58	0,125	Dergl.	1850	Joseph Cubitt.
28	4,79	0,62	0,129	Dergl.		
107	4,87	0,92	0,188	—	19—31	Unter Tiberius.
52	4,88	0,61	0,125	Ziegel		
1	4,90	0,90	0,184	Bruchstein	1847—48	Beaudemoulin und Morandière.
13	5,00	0,95	0,190	Bruch- u. Mühlstein	1845	E. Flachat.
6	5,00	0,90	0,180	Bruchstein	1846—47	
84	5,04	0,66	0,132	Ziegel		
159	5,20	0,52	0,100	Stein	1760	Perounet.
14	5,35	1,00	0,185	Bruchstein	1840	Perronet und Payen.
41	5,50	0,60	0,109	Ziegel	1847	
196	5,85	0,65	0,111	Stein	1784—87	Perronet.
32	5,87	0,62	0,105	Ziegel		
38	6,25	0,62	0,099	Dergl.	1849—50	
131	6,82	1,95	0,285	—	1618	
218	688	1,30	0,189	—		

*) Mühlstein, Mahlstein (*silex meulière, meulière*) kommt in untergeordneten Lagern in dem älteren Süsswasserkalk vor und besteht aus Trümmern von Quarz, Kalkstein mit thonigem Eisenoxyd haltendem Bindemittel; voller Höhlungen. Als Werkstein wird die weichere Art benutzt.

Unter „Stein" sind Hau- (Werk-) steine zu verstehen, die in grösseren Blöcken brechen, und unter „Bruchsteinen," welche kleinere unregelmässige Form haben. Es sind beides meistentheils Kalksteine.

Der Uebersetzer.

Nummer der nachstehenden Tabellen.	Halbmesser.	Stärke im Schlusse.	Die Schlussstärke ist gleich dem Radius mal:	Art des Materials.	Zeit der Bauausführung.	Namen der Baumeister.
	Meter.	Meter.				
217	6,98	0,90	0,129	Ziegel		
214	7,10	0,61	0,086	Bruchstein		
57	7,13	0,45	0,061	Ziegel	1846—51	
253	7,14	0,72	0,101	Dergl.	—	Bazaine und Chaperon
259	7,35	0,70	0,095	Bruchstein	1843	
95	7,50	1,00	0,133	Stein	—	De Montricher
246	7,50	0,70	0,093	—	1843	Berthier.
246	7,50	0,60	0,080	—	1843	Derselbe.
2	7,50	0,87	0,116	Ziegel	1844—46	J. Locke.
7	7,50	0,90	0,120	Bruchstein	1847—48	Beaudemoulin und Morandière.
135	7,80	1,62	0,208	—	1639—47	
152	7,80	1,30	0,166	—	1750	Pitot.
200	7,80	0,81	0,104	Stein	1786—87	Perronet.
254	7,80	0,60	0,077	Dergl.	—	Bazaine und Chaperon.
83	7,91	0,66	0,083	Ziegel	1841—46	Miladi.
95	8,00	1,00	0,125	Stein	—	De Montricher.
247	8,27	1,00	0,121	—	1842—45	Berthier.
247	8,27	0,70	0,085	—	1842—45	Derselbe.
255	8,31	0,60	0,072	Stein	—	Bazaine und Chaperon.
248	8,50	0,95	0,112	—	1845—47	Cunit.
258	8,50	0,65	0,076	Bruchstein	1843	
245	8,50	0,90	0,106	—	1842—44	Potié.
249	8,57	0,69	0,081			
121	8,65	1,62	0,187	—	1507	Joconde.
132	8,94	1,63	0,182	—	1630—56	Marie.
134	8,94	1,30	0,145	—	1635—58	
231	9,00	1,00	0,111	Stein	beendet 1820	Beendigt durch Vigoureux.
32	9,06	0,75	0,083	Ziegel		
251	9,20	0,90	0,098			
110	9,27	0,97	0,105	—	1135	Unter Heinrich dem Stolzen.
216	9,37	1,30	0,139	Bruchstein		
145	9,42	1,30	0,138	—	1740	
184	9,43	0,81	0,086			
201	9,43	0,65	0,069	—	1787	Gauthey.
108	9,75	1,46	0,150	—	138	Messius Rusticus.
275	9,79	0,90	0,092	Ziegel	1849	Barbavara.
31	9,90	0,84	0,084	Dergl.		
239	10,00	1,00	0,100	—	1834	Entwurf von Montluisant; Ausführung von Siau.
242	10,00	0,60	0,060	Stein	1837—38	Picot.
210	10,36	0,61	0,059	—	1798—99	Telford.

Nummer der nachstehenden Tabellen.	Halbmesser.	Stärke im Schlusse.	Die Schlussstärke ist gleich dem Radius mal:	Art des Materials.	Zeit der Bauausführung.	Namen der Baumeister.
	Meter.	Meter.				
113	11,05	1,95	0,176	—	1179—1260	Mathias Fotius.
148	11,05	1,30	0,118	—	1754	Gourdain.
223	11,10	0,92	0,083	—	1809	Telford.
225	11,16	0,76	0,068	—	1813	
139	11,37	1,30	0,114	—	1728	
109	11,70	1,46	0,125	—	—	Cestius Gallus.
194	11,70	0,97	0,083	—	1780	Dumorey.
50	12,03	0,69	0,057	Ziegel		
101	12,26	1,60	0,131	Stein	Einige Jahre vor Chr. Geb.	
144	12,32	1,95	0,158	—	1739—51	De la Belge und de la Belie.
167	12,35	0,65	0,053	—	1770—90	Garipuy.
267	12,39	0,70	0,057	Ziegel	1847	Bazaine.
106	12,67	1,62	0,128	—	692 der Republik	Fabricius.
161	12,67	1,21	0,095	—	1765	Perronet.
155	12,83	1,46	0,114	—	1758—64	Entworfen von Perronet; ausgeführt von Chezy.
154	12,99	0,97	0,075	—	1758—60	Regemortes.
175	12,99	1,13	0,087	—	1773	Voglie. (Bentivoglio.)
187	12,99	0,92	0,071	—	—	Werbruge.
129	13,00	1,40	0,108	—	1605	
241	13,33	0,76	0,057	Stein	1835	Telford.
156	13,64	1,30	0,095	—	1760—64	Gueret.
266	13,85	0,70	0,050	Ziegel	1847	Bazaine.
157	13,96	1,30	0,093	—	1760	Advyne.
172	13,96	0,97	0,069	—	1772	Grangent.
230	14,21	0,37	0,026	Ziegel	1816—20	Cocconelli.
57	14,16	1,13	0,080	Dergl.	1846—51	
243	14,48	0,61	0,042			
263	14,50	1,00	0,069	Bruchstein	1845—46	Beaudemoulin und Morandière.
265	14,50	1,00	0,069	Dergl.	1846—47	Dieselben.
273	14,50	1,20	0,083	Ziegel	1850	Ferraris.
262	14,54	1,20	0,083	Bruchstein	1845—46	Bailloud.
54	14,86	0,92	0,062	—	1831	
222	14,86	0,92	0,062	—	1808	Telford.
232	15,25	0,92	0,060	—	1820	
219	15,42	1,30	0,084	—	1806	Voglie. (Bentivoglio.)
188	15,59	0,97	0,062			
112	15,68	0,74	0,047	—	1177—87	Benedict.
166	15,92	1,30	0,082	—	1770	Bresnier.

Nummer der nachstehenden Tabellen.	Halbmesser.	Stärke im Schlusse.	Die Schlussstärke ist gleich dem Radius mal:	Art des Materials.	Zeit der Bauausführung.	Namen der Baumeister.
	Meter.	Meter.				
209	16,20	1,75	0,108	—	1793	
143	16,24	1,30	0,080	—	1733	De Lahite.
193	16,24	1,30	0,080	—	1780	Gauthey.
266	16,24	0,81	0,050	—	1789—1810	
186	16,80	1,30	0,077			
150	16,89	1,46	0,087	—	1756—64	Voglie und Cessart.
189	16,89	1,62	0,096		1776—90	Garipuy.
138	17,54	2,11	0 120	—	1723	Gabriel.
185	17,54	1,95	0,111	—	1775	Clinchamp.
205	17,54	1,62	0,093	—	1778	Le Creulx.
140	18,19	1,13	0,063	—		Pitrou.
141	18,84	1,44	0,076	—	1732	Hauriana.
224	19,10	1,30	0,068	—	1812	Le Creulx.
116	19,17	0,65	0,034	—	1265	Frères du Pont.
221	19,25	0,76	0,040	Stein	1806	Telford.
274	19,48	1,15	0,059	Ziegel	1850	Rovere.
149	19,49	1,30	0,067	Stein	1755—1810	Bayeux.
197	19,49	1,62	0,086	—	1785	Garella.
207	19,49	0,97	0,050	Stein	1789—1809	Vareigne und Vimar.
174	19,81	0,97	0,049	—	1773	Clinchamp.
252	20,00	1,00	0,050			
142	20,21	1,62	0,080		1732	
198	20,79	1,30	0,063		1785	Ducros.
171	21,11	1,95	0 092	—	1772	Bertrand.
114	21,45	1,80	0,084	—	1265—1309	Frères du Pont.
264	21,60	1,30	0,060	—	1846—47	Beaudemoulin.
181	21,67	1,30	0,060	—	1775	Aubry.
146	21,76	1,30	0,062	—	1747	Bayeux.
270	21,84	0,90	0,041	gespitzter Mühlstein		
119	22,42	1,30	0,058	—	1404	
168	22,42	1,30	0,058	—	1770	Saget.
117	22,50	1,62	0,072	Steine von geringer Dicke	1336	
178	22,74	1,95	0,086	—	1774	Bouchet.
122	23,40	1,14	0,049	Ziegel	1543—1632	Souffron.
256	23,60	1,80	0,076	Stein	1840—44	E. Müller.
54	23,63	0,71				
257	23,67	1,40	0,059	Stein	1843	De Breville und Couche.
261	23,95	1,35	0,056	Bruchstein	1845	Morandière.
123	24,06	0,85	0,035	Dergl.	1545	Auf Kosten des Cardinal Tournon durch einen Italiener.
162	24,36	1,62	0,066	Stein	1766—69	Peronnet.

Nummer der nachstehenden Tabellen.	Halbmesser.	Stärke im Schlusse.	Die Schlussstärke ist gleich dem Radius mal:	Art des Materials.	Zeit der Bauausführung.	Namen der Baumeister.
	Meter.	Meter.				
42	24,37	1,40	0,058			
128	24.37	1,30	0,053	—	1598	Pierre Carlu.
260	24,42	1,70	0,070	Stein	1844—45	
234	24,68	1,40	0,057	—	1825—27	Montluissant und Picot.
130	25,35	0,98	0,039	—	1611	
147	25,59	2,11	0,083	—	1750—60	Hupeau und Perronet.
127	25,98	1,62	0,062			
227	25,99	1,30	0,050	—	1814	Wiebeking.
126	26,00	1,19	0,046	Ziegel	—	Unter Galeas Visconti
272	26,50	1,80	0,068	Desgl.	1850	Ranco.
153	27,29	1,95	0,071	Stein	1757—65	Hupeau und Perronet.
173	27,61	0,81	0,029	—	—	Grangent.
118	27,62	1,62	0,059	—	1354	Unter Can Grande della Scala.
120	28,00	1,30	0,047	Doppelbogen von 0,60 Met. langen Werkstücken	1454	Grenier und Estone.
151	28,40	1,13	0,040	—	1756	Edward.
212	30,21	0,97	0,032	—	1805	Entworfen von Perronet; ausgeführt von Boistard.
369	31,32	0,90	0,042	Ziegel	—	Bella.
220	31,35	1,44	0,046	Stein	1806—12	La Mandé.
180	31,51	2,92	0,095	—	1785	Saget.
234	34,83	1,30	0,037	—	1825—27	Montluisant und Picot.
244	35,00	1,20	0,034	Stein	1839	Picot.
164	35,08	2,35	0,067	Desgl.	1766	Bouchet.
190	35,89	1,95	0,054	—	1777—93	Garipuy.
177	36,05	1,46	0,041	Stein	1774—85	
204	38,88	1,05	0,027	Desgl.	1787—92	Perronet.
191	40,82	1,62	0,040	—	1778	
203	40,93	1,30	0,032	Stein	1787	
268	41,54	1,60	0,039	rohbehauener Mühlstein	1847	De la Galisserie.
204	42,14	0,97	0,023	Stein	1787—92	Perronet.
271	42,50	1,68	0,040	Bruchstein	1849	T. Fontenay.
238	44,23	1,22	0,028	Stein	1832—33	Harrison.
204	45,13	1,13	0,025	Desgl.	1787—92	Perronet.
235	46,47	1,37	0,029	Desgl.	1827	Telford.
240	46,75	1,49	0,032	Desgl.	1832	Mosca.
169	46,77	1,30	0,028	Desgl.	1771	
165	48,73	1,62	0,033	Desgl.	1768—64	Perronet.
170	50,50	1,62	0,032	Desgl.	1772	
176	64,97	1,62	0,025	Sandstein	1774	

Viertes Capitel.

Die vorzüglichsten Regeln für die Praxis zu Bestimmung der Dimensionen in Bezug auf Stabilität der Viaducte, Wasserleitungen, Brücken u. s. w.

Zu Bestimmung der architektonischen Dimensionen der Viaducte, Brücken u. s. w., sofern sie nur auf Befriedigung des Auges berechnet sind, giebt es keine bestimmte Regeln.

Beispiele, Vergleichungen und Sinn für harmonische Schönheit sind die einzigen Leiter für den Architekten.

Was hingegen die Dimensionen betrifft, welche die Stabilität des Baues begründen sollen, so sind zu deren Berechnung viele Regeln aufgestellt, wovon wir hier in gedrängter Aufstellung die in der Praxis bequemsten und üblichsten mittheilen. Sie beziehen sich hauptsächlich auf die verschiedenen Arten von Brücken.

Von den verschiedenen Formen der Bögen.

Unter diesen Bögen sind drei Hauptformen zu unterscheiden:

1) Bögen in vollem Kreise (volle Bögen), deren Spannung gleich dem Durchmesser ist.
2) Bögen, die zwar auch kreisförmig gewölbt sind, aber keinen vollen Halbkreis ausmachen, bei denen die Sehne die Weite der Spannung ist (Stichbögen, flache Bögen).
3) Bögen in Korb-, Ketten- oder elliptischen Linien, die gewöhnlich aus mehren Kreisstücken zusammengesetzt sind, in ihrer Verbindung der Ellipse sich nähern und deren grösste ten Durchmesser zur Oeffnung haben.

Die Bögen von Kreisstücken oder von elliptischer Form nennt man auch gedrückte Bögen.

Diese werden vorzugsweise über Flüsse angewendet, wo die Brückenbahn wenig über dem Niveau des Wassers liegt; sie haben den Vortheil, dass sie dieses weniger stauen. Bei gleicher Weite ist ihr Druck beträchtlicher, als bei den vollen Bögen.

Wo die Nothwendigkeit den Bau gedrückter Bögen nicht bedingt, wendet man stets volle Bögen an.

Von den verschiedenen Formen der Extrados.

Die Bögen werden auf verschiedene Weise den Extrados nach überwölbt. Bald sind diese parallel den Intrados, welches aber am Wenigsten gebräuchlich ist; bald sind sie nach einem Kreisbogen extradosirt, so dass die Gewölbstärke sich von dem Schlusssteine ab vergrössert; bald legt man die Extrados nach zwei Tangentialebenen an, deren Neigung mit dem Horizonte von 45 bis 15° wechselt. Endlich extradosirt man die Bögen in horizontaler Ebene, wendet jedoch die Methode nur selten und bei sehr gedrückten Bögen an. Diese Gestaltung erlaubt, den Schlussstein auf die geringste Stärke zu reduciren.

Innere Anlage der Gewölbwinkel.

Die Theile, welche die Fahrbahn tragen und über den Extrados zwischen den Stirnflächen liegen, werden mit verschiedenem Material ausgemauert, zuweilen wohl auch mit Erde oder Sand ausgefüllt *), nachdem man eine Gusschicht gelegt hat, um das Gewölbe gegen eindringende Feuchtigkeit zu schützen, welche dann durch Röhren nach Aussen geleitet wird. Andere Baumeister verwenden dazu trocken gesetzte Bruchsteine ohne Mörtelverbindung. Seit einigen Jahren füllt man sie aber mit Sandbéton aus, wie bei dem Viaducte über das Indrethal (bei Tours in Frankreich). In diesem Falle liegt die Ableitungsfläche anstatt über dem Gewölbe auf dem Béton.

In England führt man, an die Stelle der Ausfüllung, Mauern von 50—80 Centimeter Stärke, parallel mit den Stirnseiten der Brücke auf und lässt zwischen ihnen leere Räume.

*) Wie es sich bei der Sprengung der Dresdner Brücke erwies.

Diese Räume werden oben durch kleine Gewölbe geschlossen, deren Widerlager jene Mauern und die beiden Stirnseiten sind. Die Bestimmung dieser Gewölbe ist, die Last der Fahrbahn zu tragen und den Druck auf die Fundamente zu verringern.

Die Viducte von Barentin und Mirville auf der Havre-Eisenbahn sind nach diesem Systeme construirt.

Zuweilen ersetzt man die kleinen Gewölbe durch Steinplatten, wie es in England häufig geschieht, namentlich bei der von Telford gebauten Glocesterbrücke über die Severn. Auch hat derselbe bei der Canalbrücke von Chirk über die Ceriog anstatt der Steinplatten dergleichen von Gusseisen gelegt.

Wenn man diese verschiedenen Anlagen von Mauern annimmt, so extradosirt man häufig das Gewölbe ganz oder ziemlich parallel von dem Schlusssteine bis in die Nähe der Brechungsfugen, d. h., bei den vollen Wölbbögen ungefähr auf zwei Drittel ihrer Abwickelung. In dem untern Drittel werden die Stirnmauern in Frankreich ganz massiv hintermauert. Dieses Mauerungssystem gestattet eine weit geringere Dicke des Schlusssteins, weil die Stirnmauern dadurch leichter werden und dennoch ebensoviel Widerstand einer zufälligen Bewegung des Gewölbes entgegensetzen.

Die Art, die Dicke des Schlusssteins zu bestimmen.

Zu einer strengen Berechnung der Gewölbsteine im Schlusse, liegen viele Untersuchungen vor; es hängt aber die unbedingte Stärke von einer Menge von Umständen ab, die es unmöglich erscheinen lassen, diese Berechnungen abzukürzen. Unter diesen Umständen sind gewichtig: die Natur, die Grössenverhältnisse des disponibeln Materials, die mindere oder mehre Sparniss bei dem Versetzen.

Vergleichen wir die Profile der vornehmsten Viducte, Wasserleitungen und Brücken, am Schlusse des 3. Capitels, so muss die Verschiedenheit auffallen, womit die Erbauer die Dicke der Gewölbe im Schlusse bestimmt haben.

Die zufällige Belastung der Bögen steht mit den Massen der letzteren nicht im Verhältnisse. Eine kleine Brücke von 1 Meter Oeffnung muss einen ebenso sichern Widerstand gegen das Rollen eines schwerbeladenen Wagens leisten, als eine Brücke von 40 Meter Bogenweite. Daraus folgt, dass die Dicke eines kleinen Gewölbes in viel grösserem Verhältnisse stehen muss, als wie bei einem grossen Gewölbe.

Man wird dem Schlusssteine einer kleinen Brücke von 1 Meter Oeffnung 44 Centimeter Dicke geben müssen, wenn ein Gewölbe von 10 Meter Weite nur 80 Centimeter im Schlusssteine bedarf.

Dadurch ist hingewiesen worden, dass man bei Berechnung der Dicke kleiner Brücken sich empirischer Formeln bedienen kann, die auf grosse Bögen nicht anwendbar sind, weil sie für diese zu beträchtliche Dicken geben.

Wir theilen daher die Gewölbe, beziehlich ihrer Grösse in zwei Classen:

1) in Gewölbe, deren Halbmesser weniger als 12 Meter beträgt und
2) in solche, die einen grössern Halbmesser haben.

Bei gedrückten Bögen berücksichtigen wir in Bezug auf diese Eintheilung, nur den Radius der Curve, welche den Scheitel des Bogens bildet, d. i., den längsten Radius.

Diese Eintheilung ist nicht unbedingt. Die Grösse von 12 Meter ist nur eine Näherungsgrenze, die aus den vorliegenden Beispielen entnommen ist. Viele sind der Meinung, dass man sie bis zu 15 Meter ausdehnen und dabei noch die Formeln anwenden könnte, die im Folgenden für den Halbmesser von 12 Meter gegeben werden; jedoch glauben wir, dass über dieses Mass die Resultate zuviel an Dicke des Gewölbes geben.

Gewölbe, die mit einem geringern Radius als 12 Meter construirt sind.

Sie lassen sich eintheilen in solche:

1) die, in Werksteinen oder gebrannten Steinen aufgeführt, bestimmt sind, schwere Lasten zu tragen, wie Brücken, Viducte u. s. w.;
2) dergleichen unter denselben Bedingungen von Schocksteinen (Bruchsteinen);
3) Gewölbe, die nur mittle Lasten zu tragen haben, wie Kellergewölbe;
4) Gewölbe, denen nur, über ihre eigene, eine geringe Last aufgebürdet wird; hierher gehören: gewölbte Decken in Gemächern und Kirchen.

Die Gewölbe ad 1, wie auch die Form für die Extrados sei, lassen sich in Bezug auf die Dicke des Schlusssteins nach fol-

gender Formel berechnen, die, nur in einfacherer Gestalt, die von Perronet ist:

wenn der Bogen ein Halbkreis oder Kreisstück ist, so multiplicire man den Halbmesser (bei elliptischen Bögen den Halbmesser des Bogens, der den Scheitel bildet) durch 0,07 und setze dem Product 32 Centimeter zu *).

Durch dieses Verfahren findet sich für einen Kreisbogen oder Halbkreis von 8 Meter Radius, 88 Centimeter für die Höhe im Schlusse, welches auch für Korblinien, deren Scheitelbogen diesen Radius hat, gültig ist **).

Gewölbe von Quadern, zum Tragen grosser Lasten bestimmt, wie Brücken, Viducte u. s. w., bei einem Halbmesser, der kleiner als 12 Meter ist.

Die nachstehende Berechnung gilt für die Gewölbdicke im Schlusse, bei allen Formen des Extrados:

Man multiplicire den Halbmesser mit 0,08 und addire dem Product 40 Centimeter.

Demnach würde ein Gewölbe im vollen Bogen von 10 Meter Halbmesser 80 Centimeter Dicke im Schlusse haben.

Gewölbe, welche Lasten mittler Grösse zu tragen haben, wie Kellergewölbe.

Zu Berechnung der Dicke im Schlusse eines solchen Gewölbes, bei jeder Form des Extrados

multiplicire man den Radius des Intrados mit 0,04 und setze dem Product 20 Centimeter zu.

Ein Kellergewölbe von 5 Meter Halbmesser muss sonach 40 Centimeter Dicke am Schlusse haben.

*) Perronet schreibt vor, $\frac{1}{24}$ des Durchmessers zu nehmen, 1 Fuss (0,325 Meter) zu addiren und von der Summe $\frac{1}{144}$ des Durchmessers (1 Linie für jeden Fuss desselben) abzuziehen.

**) Die englischen Ingenieurs nehmen die Gewölbdicke im Schlusse geringer, als die Berechnung nach Perronet sie giebt. Aus den bekannten Bauen lässt sich folgendes Verfahren ableiten:

Man multiplicire den Radius mit 0,05 und addire zu dem Product 32 Centimeter.

Nach dieser Berechnung erhielt das Gewölbe im vorigen Beispiele nur 72 Centimeter Dicke im Schlusse, anstatt 88 Centimeter.

Gewölbe, die sich ohne grosse Belastung nur selbst zu tragen haben.

Wenn Gewölbe ausser ihrer eignen Last nur eine leichte Beschwerung tragen sollen, wie bei überwölbten Zimmern, Kirchendecken, berechnet man die Schlussstärke, dass man

den Halbmesser mit 0,02 multiplicirt und dem Product 10 Centimeter zusetzt.

Eine gewölbte Kirchendecke, auf welcher keine Zimmerverbindung ruht, muss demnach bei 5 Meter Radius 20 Centimeter Dicke am Schlusssteine erhalten *).

Gewölbe, deren Bestimmung ist, grosse Belastungen zu tragen, wie bei Brücken, Viducts u. s. w. und einen Halbmesser über 12 Meter haben.

Dergleichen über 12 Meter gespannte Gewölbe werden nur bei Brücken, Viducten und Wasserleitungen angewendet.

Zu Bestimmung der Dicke am Gewölbschlusse sind die bestehenden Constructionen verglichen worden. Perronet sagt, dass bei grossen Bögen, die auf ein Drittel gedrückt sind, üblich ist, dem Schlusssteine eine Höhe von $\frac{1}{24}$ der Spannung zu geben, welches dem Producte der Spannweite mit 0,042 gleichkommt. Er selbst ist aber dieser Regel nicht vollkommen treu geblieben; indess hat derselbe bei der Brücke von Neuilly, die zu $\frac{1}{4}$ gedrückt ist und 38,98 Meter Oeffnung hat, das Verhältniss des vierundzwanzigsten Theils angenommen und dem Schlusssteine 1,624 Meter (5 Fuss) Dicke gegeben **).

*) Die durch vorstehende Berechnung erlangten Resultate sind stärker als die Gewölbdicken, welche man in mehren Constructionen vorfindet. Die gothischen Gewölbe von Notre-Dame in Paris sind mit einem weichen Sandsteine aufgeführt, bestehen in Kreisbögen von 5—15 Meter Radius und ihre Dicke wechselt von 15 zu 20 Centimeter.

Diese Gewölbdicke von 15 — 20 Centimeter (5,7 und 7,6 preuss. Zoll) findet sich in vielen gothischen Domen. In der Cathedrale zu Rouen sieht man ein solches Gewölbe, deren Tympane zur Hälfte mit Blei ausgefüllt sind, welches durch den Brand von 1822 geschmolzen und den Raum ausgefüllt hat, ohne dass diese Last im Stande gewesen ist, das Gewölbe zu brechen.

**) An der Brücke bei Orleans, deren mittler Bogen 100 Fuss Spannung hat, und gegen $\frac{1}{4}$ gedrückt ist (Höhe = 28 Fuss), wurde der Schlussstein zu 6 Fuss 6 Zoll bestimmt, also bedeutend stärker, da er nach jener Regel nur 5 Fuss erhalten musste.

In den verschiedenen Fällen, die vorkommen können, kann man sich an bestehende Constructionen halten, indem man die in der Tabelle des 3. Capitels verzeichneten vornehmsten Viaducte und Brücken vergleicht.

Es ist klar, dass nach dem bereits Mitgetheilten dem Baumeister ein grosser Spielraum bei Bestimmung der Gewölbstärke gelassen ist, den er nach der erforderlichen Widerstandskraft, der Beschaffenheit des disponibeln Materials u. s. w. annäherungsweise beurtheilen muss.

Brückenbögen von geringem Material.

Der Mörtel ist von grossem Einfluss auf die Festigkeit eines Gewölbes. Mit gutem hydraulischen Mörtel lassen sich selbst Bögen von weiter Oeffnung mit geringem Material ausführen, ohne dass ihnen eine bedeutend grössere Dicke gegeben werden darf, als bei dem Bau mit Werkstücken und gemeinem Mörtel.

Als Beispiel lässt sich das Gewölbe an der *Pont-aux-Doubles,* welches 1847 erbaut wurde, anführen.

Dieses Gewölbe ist ganz aus rohem Bruchsteine mit hydraulischem Mörtel, der mit Cement von Vassy gemischt war, errichtet, und zwar nach einem Kreisbogen von 31,5 Meter Oeffnung und 3 Meter Bogenhöhe. Das Gewölbe erhielt zuerst eine Stärke von 1,30 Meter im Schlusse und nach dessen Beendigung wurde ein zweites von 0,3 Meter Stärke darüber geschlagen. Die ganze Gewölbstärke ist sonach 1,60 Meter.

Ausrüsten, Abbrechen der Ausrüstung.

Bei Gewölben solcher Art, wo der Mörtel eine so grosse Rolle spielt, ist es wesentlich, sich mit dem Ausrüsten nicht zu beeilen, zumal, wenn das verwendete Material das Austrocknen des Mörtels, aus Mangel an Porosität, nicht begünstigt.

Ueberhaupt darf man die Ausrüstung eines Gewölbes, von jeder Beschaffenheit, besonders bei schneller Aufführung, oder wenn sie in später Jahreszeit erfolgte, nicht zu bald beginnen. Es ereignet sich oft bei Gewölben von einer mitteren Weite zu 10—12 Meter, die mit kleinem Material gemauert worden, dass sie bei einer Ausrüstung in 14 Tagen nach ihrer Beendigung brechen oder sich senken.

Dagegen zeigen die Gewölbe, die je nach ihrer Grösse einen oder zwei Monat durch die Rüstbögen nach dem Binden und in guter Jahreszeit unterstützt blieben, nach dem Ausrüsten nur unbedeutende Senkungen; besonders, wenn man sie vorher hintermauert hatte.

Dicke der Pfeiler.

Die Pfeiler einer Brücke, eines Viaducts u. s. w. müssen als Stellvertreter der Widerlager oder Landpfeiler betrachtet werden, oder doch, als hätten sie stets an den Seitenbögen Gegenstreben, deren Druck allein gegen die Endwiderlagen gerichtet ist.

In dem ersten Falle giebt man den Pfeilern die den Widerlagern zukommende Stärke.

In dem zweiten ist es, streng genommen, genügend, eine Dimension anzunehmen, welche mit dem Drucke der auf sie drükkenden Last im Gleichgewichte steht, ohne auf den Seitenschub des Gewölbes Rücksicht zu nehmen.

Man vermehrt aber diese Stärke in Betracht auf die Beschäschädigungen, die später eintreten und die Tragkraft schwächen könnten.

Perronet in seiner Abhandlung über die Stärke der Pfeiler verlangt, dass man ihnen bei einer Brücke das Doppelte der Dicke des Schlusssteins gebe; will aber diese in Vorsicht der möglichen künftigen Beschädigungen um Etwas vermehrt wissen. Derselbe setzte gewöhnlich der doppelten Höhe des Schlusssteines noch ein Viertel oder Drittel dieses doppelten Masses zu.

So hat Perronet bei der Brücke von Neuilly das Doppelte der Schlusssteinhöhe = 10 Fuss noch um 3 Fuss vermehrt und den Pfeilern 13 Fuss (4,22 Meter) Dicke gegeben, wobei die Bögen 38,98 Meter Spannung hatten.

Bei den neueren Constructionen hat man sich wenig von der Bestimmung Perronet's entfernt *).

*) Die Dicke der Pfeiler ist etwas sehr Relatives. Das Sicherste ist allerdings, wenn man sie so gross annimmt, dass sie als Widerlager stark genug sind, wenn man den Gegendruck der nachbarlichen Bögen hinwegdenkt; in welchem Falle jeder einzelne Bogen stabil bleibt, wenn der Nebenbogen auch bricht oder eingenommen wird. Selten gestattet aber der Fluthraum dergleichen Anordnung.

Eine von der obigen verschiedene Bestimmung ist: dass man für Widerlager und für Mittelpfeiler, welche die Function der ersteren vertreten sollen, bei Halbkreis und wenig gedrückten Bögen $\frac{1}{5}$ der Gewölbspannung zu der Dicke annehmen könne; dass $\frac{1}{4}$ der Spannweite für solche Bögen, die $\frac{1}{3}$, und für Korbbögen, die $\frac{1}{4}$ verdrückt sind; $\frac{1}{15}$ aber bei stärker gedrückten Bögen

Einziehungen der Pfeiler.

Es ist Gebrauch, den höheren Pfeilern, wenigstens an den Stirnseiten, Einziehungen zu geben. Viele Baumeister ordnen sie auf allen vier Seiten an. Zuweilen bilden die Pfeiler auch in bestimmten Höhen Absätze.

Diese Anordnungen vermehren, wie ersichtlich, die Stabilität des Pfeilers, indem sie deren Basis verbreitert. Da überdem die Gesammtlast auf eine grössere Fläche dadurch vertheilt wird, so wird der Druck auf den Quadratmeter vermindert.

Pfeiler, die mehre Gewölbetagen zu tragen haben.

Bei hohen Viaducten construirt man Bögen, die, übereinander stehend, die Pfeiler zwischen sich verbinden. Es entstehen dadurch Viaducte von mehren Etagen.

Bei diesem Systeme erhalten sich die Pfeiler gegenseitig, wenn eine Senkung in der Höhe oder in dem Fundamente eintreten sollte. Freilich führt aber eine solche Construction den Uebelstand eines sehr vermehrten Druckes auf die untern Schichten und, wenn der Bau nicht sehr hoch ist, ein schweres Ansehn herbei. Man hat sich dergleichen Systeme in Deutschland, Frankreich und mehren Ländern bei Viaducten und Wasserleitungen mit Erfolg bedient.

Das schönste Beispiel neuerer Zeit ist der Viaduct des Göltzschthals mit vier Etagen und einer Totalhöhe von 80,37 Meter (gegen 256 rheinl. Fuss).

Indessen ist die Aufstellung mehrer Etagen bei grossen Höhen nicht unbedingt nöthig, wie nachstehende Beispiele zeigen.

Die höchsten unter den wichtigsten Viaducten Englands sind der über den Tweed zu Berwick und der über den Dee, in dem Thale von Lancollen. Der erste besteht aus 28 Bögen von 18,76 Meter Oeffnung und hat 38 Meter Höhe; der zweite hat 19 Bögen von 18,30 Meter Weite und ist 45 Meter hoch. Der Viaduct über den Dee hat keine Einziehung auf den Hauptfronten der Pfeiler; der Viaduct des Tweeds ist an dem einen Ende gebogen.

Die erste Etage der Wasserleitung von Spoletto in Italien über den Moragiafluss, welche über 1100 Jahre steht, dient dem Fuhrwesen zur Ueberfahrt. Diese Etage, von 13 Meter Breite, hat 110 Meter Höhe; die 10 Bögen, woraus sie besteht, haben 21,44 Meter Spannung und die Pfeiler nur 3,57 Meter Dicke.

Pfeiler mit innern hohlen Räumen.

In England haben einige Baumeister inmitten der Pfeiler essenröhrenartige, hohle, rechteckige Prismen in die Höhe geführt. Dieses Verfahren gestattet, die Pfeiler breiter zu machen, ohne ihren Druck zu vermehren, und dem Bau eine breitere Basis zu geben; es ist bei mehren Constructionen von dem berühmten Telford ausgeführt worden, namentlich in den Pfeilern der Menai-Hängebrücke, die 176,85 Meter Spannung hat, und bei dem Viaduct von Dean bei Edinburg. Der Viaduct von Dean besteht aus Bögen von 27,45 Meter Oeffnung, die auf $\frac{1}{3}$ gedrückt sind; der Schaft des höchsten Pfeilers ist 19,83 Meter hoch und seine Dicke von Oben bis Unten 3,35 Meter. Dieser Pfeiler schliesst der ganzen Höhe nach vier Röhren ein, jede 1,37 Meter und 1,52 Meter im Querschnitte. Sie sind durch Zungen von 76 Centimeter Dicke geschieden.

Die von Robert Stephenson gegründeten Pfeiler der Menai-Röhrenbrücke schliessen ebenfalls Röhren ein.

Dieses Verfahren der englischen Ingenieurs ist in Frankreich nicht üblich und hat ein entschiedenes Vorurtheil seit dem Einsturze des Viaducts von Barentin erweckt.

Die Pfeiler dieses Viaducts, die ein Engländer construirt hatte, besassen im Innern dergleichen Röhren.

Druck, der auf den Schichten der Pfeiler ruht.

Die Belastung, welche auf den Pfeilerlagen bei Viaducten und Wasserleitungen ruht, übersteigt bei Pfeilern mittler Höhe von höchstens 30 Meter selten 5 oder 6 Kilogramme (10,7 oder 12,8 preuss. Pfund) auf den Quadratcentimeter. Die stärkste Belastung trifft den unteren, die geringste den oberen Theil der Pfeiler.

---

vollkommene Sicherheit gewährt. Mittelpfeiler, die über 10 Fuss hoch sind, mache man auf jeden Fuss grösserer Höhe um einige Zoll dicker.

Diese von Röder angegebenen Verhältnisse können als Maxima angenommen werden, indem die Erfahrung gelehrt hat, dass auch dünnere Widerlager haltbar geblieben sind, wenn einer der Nebenbögen brach.

Die Beziehung auf die Spannweite ist jedenfalls eine mehr directe, als auf den Schlussstein, kommt im Ganzen genommen aber auf Eins hinaus.

Der Uebersetzer.

Bei hohen oder bei solchen, deren Bögen eine bedeutende Spannung haben, ist man gezwungen, dieses Belastungsverhältniss zu überschreiten.

Zu den ausgeführten Bauten, welche über diese Grenze hinausgegangen sind, gehören:

Bei dem Viaduct des Dee ist der Quadratcentimeter belastet mit	10	Kilogr.
Bei der Wasserleitung von Roquefavour mit .	14,68	-
Bei der Wasserleitung des Gard mit . .	18,72	-
Bei der Wasserleitung von Spoletto mit . .	44,30	-
Bei der Röhrenbrücke des Menai mit . .	17,50	-
Bei der Brücke von Neuilly bei'm Anfang der Bögen mit	9,27	-

Die Pfeiler der angegebenen Bauwerke sind mit Werkstücken aufgeführt.

Wir führen noch die Wasserleitung von Caserta an, deren Mauerung abwechselnd aus einer Lage Quader, 16 Centimeter dick, und drei Lagen gebrannter Steine, zusammen 16 Centimeter dick, besteht. Die Belastung, welche die untern Lagen dieses Aquäducts tragen, beträgt auf den Quadratcentimeter 12,56 Centigramme *).

Stärke der Strebepfeiler oder Stirnpfeiler.

Die Pfeiler müssen eine Dicke haben, die im Stande ist, dem Drucke der Gewölbe Widerstand zu leisten.

Je flächere Wölbung, je höher die Pfeiler, desto mehr äussert sich der Druck. Daher sind für Bögen von gleichem Halbmesser die verschieden gedrückt sind, oder die eine verschiedene Pfeilerhöhe haben, die Stärken der Pfeiler verschieden zu nehmen.

Zu Bestimmung dieser Stärken hat die Theorie eine Formel aufgestellt, die nicht allein mühsam anzuwenden ist, sondern auch von den durch Praxis bewährten Resultaten abweicht. Wir lassen desshalb die theoretische Ermittelung hier unbesprochen und legen dem Leser Tafeln vor, die einem Entwurfe zu Grunde gelegt werden können.

*) In gothischen Kirchen, welche gemeinlich von kleinen Werksteinen erbauet sind, mit Lagerfugen von fettem Kalk, von oft einigen Centimeter Dicke, begegnet man oft Belastungen von 15—30 Kilogrammen auf den Quadratcentimeter.

Diese Tafeln sind dem Werke des Sganzin über Bauconstructionen entnommen, und den Werthen 15 Millimeter auf den Meter der Bogenweite hinzugesetzt worden.

Diese Zugabe ist etwas grösser, als Sganzin verlangt, führt aber auf Resultate, die mehr in der Praxis begründet sind *).

In der Praxis ist es üblich, bei grossen Brücken den Stärken der Strebepfeiler Uebermass zu geben, um an Sicherheit, wenn auch mit ein Wenig grösserem Aufwand in Bezug auf die Totalkosten, zu gewinnen.

In den nachstehenden Tafeln wird vorausgesetzt, dass die Gewölbschenkel von ihrem Ursprunge bis zu dem Scheitel des Schlusssteines hinterfüllt werden und dass man darauf eine Steinlage, Pflaster oder Beschwerung von 40—50 Centimeter Dicke legte.

Tafel

über die Dicke der Stirnpfeiler bei Viaducts, Brücken in Wölbungen im vollen Bogen.

Durchmesser der Bögen.	Dicke der Stirnpfeiler, wenn die Höhe der Anfänge über dem Grunde beträgt:						
	0 Met.	1 Met.	2 Met.	3 Met.	4 Met.	6 Met.	8 Met.
Meter							
1	0,42	0,52	0,62	0,67	0,72	0,77	0,82
2	0,48	0,73	0,83	0,88	0,98	1,03	1,13
3	0,55	0,85	0,90	1,10	1,20	1,30	1,40
4	0,66	0,96	1,16	1,26	1,36	1,46	1,56
5	0,73	1,08	1,28	1,38	1,53	1,63	1,78
6	0,84	1,19	1,39	1,54	1,69	1,84	1,99
7	0,96	1,31	1,51	1,71	1,86	2,01	2,21
8	1,07	1,42	1,62	1,82	1,97	2,22	2,37
9	1,19	1,54	1,74	1,99	2,14	2,39	2,54
10	1,35	1,65	1,90	2,15	2,30	2,55	2,75
12	1,58	1,93	2,18	2,38	2,58	2,83	3,08
15	1,98	2,33	2,53	2,83	3,04	3,38	3,63
20	2,60	2,95	3,10	3,40	3,65	3,95	4,30
30	3,70	4,00	4,25	4,55	4,85	5,25	5,65
40	4,80	5,10	5,40	5,70	6,00	6,40	6,80
50	5,90	6,15	6,55	6,85	7,15	7,55	7,95

*) Sganzin empfiehlt, den Resultaten der von ihm aufgestellten Tafeln für Pfeilerstärken 16 Centimeter bei Wölbungen von mittler Spannung und 33 bis 50 Centimeter bei grösseren Spannungen zuzusetzen. Wir haben diesen Zusatz auf 18 Centimeter bei Wölbungen von 12 Meter Weite und auf 60 Centimeter bei dergleichen von 40 Meter Weite gestellt.

Tafel

über die Stärke der Stirnpfeiler bei Viaducten und Brücken, die mit auf $\frac{1}{3}$ verdrückten Korblinien gewölbt sind.

Oeffnung des Bogens.	Stärke der Widerlager, wenn die Höhe des Bogenanfangs über dem Grunde beträgt:						
	1 Met.	2 Met.	3 Met.	4 Met.	5 Met.	6 Met.	8 Met.
Meter							
1	0,67	0,77	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02
2	0,93	1,08	1,13	1,18	1,23	1,28	1,38
3	1,15	1,40	1,50	1,55	1,65	1,70	1,75
4	1,41	1,71	1,86	1,96	2,01	2,06	2,16
5	1,63	1,93	2,08	2,18	2,28	2,38	2,48
6	1,74	2,04	2,24	2,39	2,54	2,64	2,79
7	1,86	2,16	2,46	2,61	2,76	2,86	3,11
8	1,97	2,37	2,62	2,82	2,97	3,12	3,42
9	2,09	2,54	2,84	3,04	3,27	3,39	3,64
10	2,25	2,65	2,95	3,20	3,35	3,55	3,85
12	2,48	2,98	3,33	3,58	3,83	3,98	4,18
15	2,83	3,38	3,73	4 13	4,33	4,53	4,83
20	3,50	4,10	4,50	4,80	5,10	5,30	5,60
30	4,85	5,45	5,85	5,15	6,55	6,85	7,15
40	6,10	6,80	7,20	7,50	8,10	8,40	8,70
50	7,45	8,15	8,55	8,55	9,55	9,95	10,35

Flügelmauern.

Oefters setzen die Widerlager in Flügelmauern fort, deren Bestimmung darin besteht, den Brückenbau mit den Kaimauern zu verbinden und die Auf- und Abfahrten zu befestigen.

Man benutzt diese Mauern, um den Widerstand zu verstärken; in diesem Falle nehmen die Stirnpfeiler in horizontaler Projection betrachtet folgende Lagen an:

1) Sie stützen die Rückseite des Widerlagers und erweitern sich nach einem stumpfen Winkel mit den Brückenköpfen, wie Fig. 16, 19 und 21, Tafel 9 zeigt.

2) Indem sie die Landseite der Widerlager stützen, erweitern sie sich in Form einer Tangentialcurve mit den Brückenköpfen oder in ähnlichen Curven.

In dieser Form gestatten sie die grösste Verminderung ihrer Dicke, Fig. 12, 13, 14, 17, Tafel 9.

3) Sie liegen in der Verlängerung der Brückenköpfe, mit der Axe parallel, Fig. 15, 15² und 20, Tafel 9.

Bei dieser Anordnung wird der Raum zwischen ihnen entweder durch trockne Mauerung oder gewöhnliche Mauer ausgefüllt.

Wenn der Raum zwischen den Flügelmauern ausgeschüttet wird, so verbinden sich die Rückseiten derselben mit der Rückseite des Widerlagers entweder nach Kreisbögen oder in ziemlich rechtem Winkel.

Fehlerhafte Form der Flügelmauren.

Die zuletzt angeführte Form von Verbindungen in fast rechtem Winkel, welche man in horizontaler Projection für eine Brücke von einem Bogen, Fig. 9, Tafel 8 sieht, hat bedeutende Mängel, wenn die Auffüllung der Auffahrt hoch ist, oder wenn die Widerlager der Brücke eine geringe Stärke haben; wenngleich diese Form jetzt häufig angewandt wird, ungeachtet der Unfälle, die in der Stabilität einer grossen Zahl von Brückenanlagen auf Eisenbahnen in Frankreich und andern Ländern durch sie herbeigeführt worden sind. Man mag die Flügelmauern solcher Form ebenso stark, als gewöhnlich die Futtermauern machen, so leisten sie doch selten einer hohen Auffüllung Widerstand, ungeachtet der äusserlich angeböschten Erde. Die Erdmasse drückt in der Höhe der Mauern und wirkt keilartig zwischen ihnen, getrieben durch ihr eigenes Gewicht, wie auch durch die Erschütterungen und Stösse der Eisenbahnzüge; sie veranlasst früher oder später die Trennung des Gewölbes V und der Stirnmauern T und T^1, nach den Linien AB und CD *).

Die Bankets an der Rückseite der Flügelmauern vermindern deren Stabilität.

Diese gewöhnlich angebrachten Einziehungen auf der Hinterseite von dergleichen Mauern sind, anstatt sie zu verstärken, weit mehr geeignet, deren Sturz zu beschleunigen; sie ziehen bald den Zeitpunct herbei, wo man genöthigt ist, die Flügelmauern selbst entweder umzubauen, Strebepfeiler aussen anzulegen oder die Auf-

*) Einige Ingenieurs haben, ungeachtet der Bekanntschaft mit der Gefahr, diese Form beibehalten, haben aber sorgfältig zwischen den Flügelmauern einige Bindemauern in Mörtel- oder trockener Mauerung angebracht.

füllung mit Quadern oder gewöhnlichen Gewölben zu vertauschen, deren innerer Raum hohl bleibt, oder die Flügelmauern durch eiserne Anker zu verbinden.

Wenn die Auffüllung mit thoniger Erde geschehen ist, so ereignet es sich zuweilen, dass die Mauern sich völlig und mit solcher Schnelligkeit umlegen, dass, von dem Moment an, wo Sprünge sich zeigen, bis zu dem Einsturz, Sicherheitsmassregeln unmöglich werden und man die Mauern bis zu dem Stirnpfeiler einnehmen muss.

Bei den Viaducten über eine Schlucht ist die Gefahr bei der gedachten Form der Flügelmauern nicht mehr dieselbe.

In diesem Falle haben die Mauern wenig Erde zu tragen und werden ihrer ganzen Höhe nach durch die Abdachungen der Schlucht gestützt, die gewachsener Boden sind.

Die Bankets sind selbst bei gewöhnlichen Futtermauern nachtheilig.

Der Grund liegt in dem Folgenden:

Da die Erde sich viel mehr als das Mauerwerk setzt, so entsteht in der Auffüllung eine Spaltung nach einer geneigten Ebene die tangential in den vorspringenden Kanten der Bankets liegt. Diese Fläche, welche das eindringende Regenwasser mehr oder weniger erweicht, befördert das Abglitschen der obern Erdschichten, immer als Keil wirkend und sich nach Massgabe, wie die untern Schichten durch Zusammensetzen Platz machen, einkeilend. Die Futtermauer wird sonach in Folge der Bankets einer Zunahme des Drucks während der ganzen Zeit ausgesetzt, als das Setzen der Aufschüttung fortdauert, worüber mehre Jahre vergehen.

Sollen die Bankets den von ihnen erwarteten Nutzen haben, so müsste das Setzen der Auffüllung und der Mauerung ein gleiches sein; dann würde der Widerstand der Mauer durch das ganze Gewicht der Erdmasse vermehrt werden, die auf den Bankets ruht. Wollte man die Ausfüllung mit regelmässig verlegten Bruchsteinen ausführen, so würde jenes Resultat unmöglich werden. Es ist bekannt, dass eine noch so gut gerammte Auffüllung sich in einigen Monaten um 4—5 Procent der Höhe setzt, wenn die Witterung nicht nass ist; dass dazu bei Regenzeit nur einige Wochen gehören; und dass dieses Setzen während mehrer Jahre in verschiedener Capacität nach der Beschaffenheit der Erden fortdauert *).

Vorzüge der Mauern, deren Hinterseite nach Innen neigt. Vergleichung des französischen und englischen Systems und der Ersparnisse, welche das letztere bietet.

Diese Vergleichungen führen nicht allein auf die Unterdrükkung der Bankets, sondern auch auf die Nothwendigkeit, die Hinterseite der Mauern nach Innen geneigt zu construiren; oder, wenn ja die Bankets beibehalten werden sollen, auch diesen eine hängende Richtung zu geben, um jedenfalls die Wirkung, von der oben gesprochen wurde, unschädlich zu machen.

Eine geringe Anzahl französischer Ingenieurs haben bereits dieses System des Ueberhängens der innern Mauerflucht befolgt. Die englischen wenden es schon seit längerer Zeit an, und man kann sagen, dass es dort ziemlich allgemein geworden sei. Häufig geben sie der Futtermauer eine Curvengestalt, die convexe Seite der Auffüllung zugekehrt und legen das Centrum in eine Horizontalebene, die durch die Mauerkrone geht. Der ganze Ueberhang oder Sinusversus des Bogens ist in der Regel grösser als die Mauerstärke. Häufig haben auch diese Mauern, wie in Frankreich, Bankets, aber gewöhnlich überhängende.

Nach diesem Verfahren stützen die englischen Ingenieurs die Auffüllungen mit sehr schwachen Mauern in Vergleich der in Frankreich gebräuchlichen.

Auf Tafel 8 sind mehre Durchschnitte von Flügelmauern aufgestellt, wie sie in Frankreich und England aufgeführt worden sind.

Fig. 12 zeigt den Durchschnitt einer solchen Mauer auf der Nord-Eisenbahn nach französischer Theorie **).

---

*) Die Aufschüttung des Viaducts von Puteaux auf der Versailler Bahn hat 13,10 Meter Höhe und hat sich seit dem Aufbringen des Ballastes (1839) um 0,35 Meter, die Aufhöhung des Viaducts von Suresnes auf derselben Bahn, von 11,76 Meter Höhe, seit 1839 um 0,60 Meter gesetzt.

**) Die mittlere Mauerstärke scheint aus der Formel gefunden zu sein: $x = h\,(0{,}30)$, wo h die Höhe der Mauer bezeichnet; sie ist von Genieys zu Bestimmung der Mauerstärken von Quadern aufgestellt, die bestimmt sind, Sand zu stützen, von dem ein Cubikmeter 1,34 Kilogr. wiegt.

In der Praxis giebt man ziemlich allgemein dem durch die Formel er-

Fig. 10 zeigt den Durchschnitt einer Flügelmauer an einem Canale in England.

Fig. 11 ist der Durchschnitt von einer dergleichen Mauer auf dem Birminghamer Schienenwege.

Die sichtbaren Aussenseiten dieser Flügelmauerschnitte sind nach einem Kreisbogen gewölbt, dessen Halbmesser gleich der doppelten Mauerhöhe über dem Fundamente ist, und der Mittelpunct liegt in der Horizontale durch die Dammkrone.

In Fig. 13 sind die drei Durchschnitte zu Vergleichung der Unterschiede zusammengestellt.

	Meter.
Der Querschnitt der Mauer an dem englischen Canal ist	7,39
Das Profil von der Birminghamer Bahn . . .	7,17
Das Mittel dieser beiden Profile	7,28
Das Profil der genannten französischen Mauer ist .	11,34
Differenz	4,06

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass man das englische Profil um 54 Proc. verstärken müsste, um dem französischen gleichzukommen, oder mit andern Worten, der französische Ingenieur versplittert 54 Proc. mehr zu Erlangung des gleichen Zwecks. Sie sollte wohl im Allgemeinen aufmerksam machen, dass sich bei dem Bau der Schienenwege bedeutende Ersparungen an Massen machen liessen.

Bemerkungen über vorstehende Untersuchungen. Verschiedene Versuche mit Futtermauern.

Seitdem diese Zeilen geschrieben worden, die als ein Frontangriff auf ein allgemein von den kenntnissreichsten und ausgezeichnetsten Ingenieurs Frankreichs angenommenes System verschrieen worden sind, haben wir verschiedene Versuche im Kleinern gemacht, bevor sie die Presse empfing.

Die Resultate dieser Forschungen können zwar dem Calcul nicht als Grundlage gelten, wenn eine Anwendung im Grossen gemacht werden soll, sie unterstützen jedoch die Behauptung, dass die Einziehungen (Bankets) der innern Mauerflächen in allen Fällen schädlich sind, wo die Mauer eine, dem Setzen unterworfene Aufschüttung stützen soll.

langten Resultate etwas zu, und nimmt an, dass die mittlere Stärke $\frac{1}{3}$ der Höhe der Auffüllung sein soll.

Das Zusammensetzen, welches oft langsam, aber bei aufgefülltem Boden stets unausbleiblich ist, dieses wichtige Element wird sonach mit Unrecht in den Berechnungen vermisst, die zu Annahme der innern Einziehungen an Futter- oder Verkleidungsmauern verführt haben.

In den von uns angestellten Versuchen haben wir angenommen, dass die untern Lagen einer Aufschüttung den obern Lagen bei'm Setzen gestatten, als zusammenhängende Massen zu wirken, und dabei untersucht, wie eine Erdmasse, die mehr oder weniger weich, mehr oder minder pressbar ist, keilartig wirken kann, wenn sie diese Form annimmt.

Fig. 14, Tafel 8 zeigt den Durchschnitt des Apparats, der zu der Untersuchung gedient hat.

a Futtermauer in Gypsmörtel, die auf einer Grundmauer *g*, ebenfalls in Gyps, ruht. Diese Mauer ist 18 Centimeter hoch und 34 Centimeter lang; am Fusse 75 Millimeter, an der Krone 45 Millimeter dick. Sie hat auf der Vorderseite Bankets von 5 Millimeter Breite und 0.0258 Meter Höhe.

b Auffüllung von sehr feinem, kieseligem Grubensande, der im nassen Zustande pressbar, im trocknen Zustande unpressbar ist.

Diese Auffüllung wird auf drei Seiten durch Bretwände, auf der vierten von der Futtermauer eingefasst; ihre Höhe war 33 Centimeter bei den Versuchen mit nassem Sande und 25 Centimeter bei denen mit trocknem Sande. Ihr Gewicht reicht nicht hin, die Mauer *a* umzuwälzen.

c Eine Platte, welche die Auffüllung trägt; sie ist 34 Centimeter breit und 40 Centimeter lang und hängt an vier Eisendrähten, die in *d* an eine Zugschraube befestigt sind, mit deren Hülfe sich die Ausfüllung ganz regelmässig und unmerklich herablassen lässt. Jeder halbe Umgang der Schraube macht die Ausfüllung um 0.0008 Meter herabgehend.

Es ist klar, dass die Füllmasse in gleicher Beziehung auf der Platte ruht, wenn diese herabgeschraubt wird, als wenn eine untere Schicht sich regelmässig auf ihrer ganzen Oberfläche senkte.

e Eine starre Stange, welche auf die Nadel *k* die Bewegungen der Mauer *a* überträgt; sie wird an der Mauer durch das Gegengewicht *l* gehalten. Die Schnur dieses Gewichts läuft um die Rolle, an der die Nadel *k* befestigt ist, und ist an das Ende *m* der Stange *e* angehangen.

f Eine dergleichen Stange, welche die Bewegung des Fusses der Mauer *a* auf die Nadel *h* fortpflanzt. Sie wirkt wie die Stange *e*.

Die Nadeln *k* und *h* zeigen auf sehr empfindliche Weise Bewegungen von 0,0001 und schätzungsweise von 0,00001 Meter der Mauer *a* an.

In den sieben, in nachstehenden Tafeln, notirten Versuchen fand die Bewegung am obern Theile der Mauer Statt, dagegen zeigte sich am Fusse derselben keine bemerkliche.

Die Versuche sind mehrmals wiederholt worden und haben jedesmal Resultate gegeben, die von den aufgezeichneten wenig abwichen.

Die verticalen Fluchten der Mauerbankets sind der Vorderseite parallel, müssen also einen überhängenden Neigungswinkel nach Innen machen, wenn die Aussenflucht Einziehung hat, und ziehen nach Oben ein, wenn die äussere Flucht überhängt.

Versuche über den Einfluss, den die Bankets auf die Stabilität der Futtermauern haben.

Feuchter, leicht sich gesetzter Sand. Die Mauer 18 Centimeter hoch, von 75 Millimeter Breite am Fusse und 45 Millimeter Breite an der Krone, mit sechs gleichen Bankets.

Nummer der Versuche.	Senkung der Auffüllung.	1. Fall. Die Bankets sind nach der Auffüllung gekehrt; deren Flucht hat eine Einziehung von 0,025 auf 1.		2. Fall. Die Bankets sind nach Aussen gekehrt; deren Rückseite hängt um 0,025 über.	
		Bewegung der Mauer nach Vorn.	Bewegung der Mauer nach Hinten.	Bewegung der Mauer nach Vorn.	Bewegung der Mauer nach Hinten.
	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$
1	8	0,2	—	—	—
2	8	0,2	—	—	—
3	8	0,7	—	—	—
4	8	—	—	—	0,1
5	8	—	—	—	0,2
6	8	—	—	—	0,1
7	8	0,1	—	—	0,1
8	8	—	—	—	0,2
9	8	0,1	—	—	0,1
10	8	—	—	—	0,3
11	8	0,1	—	—	0,1
Latus	88	1,4	—	—	1,2

Nummer der Versuche.	Senkung der Auffüllung.	1. Fall. Die Bankets sind nach der Auffüllung gekehrt; deren Flucht hat eine Einziehung von 0,025 auf 1.		2. Fall. Die Bankets sind nach Aussen gekehrt; deren Rückseite hängt um 0,025 über.	
		Bewegung der Mauer nach Vorn.	Bewegung der Mauer nach Hinten.	Bewegung der Mauer nach Vorn.	Bewegung der Mauer nach Hinten.
	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$
Transp.	88	1,4	—	—	1,2
12	8	0,1	—	—	0,1
13	8	0,1	—	—	0,1
14	8	0,1	—	—	0,2
15	8	0,1	—	—	0,1
16	8	0,1	—	—	0,1
17	8	0,2	—	—	0,1
18	8	0,2	—	—	0,2
19	8	0,2	—	—	0,1
20	8	0,1	—	—	0,1
21	8	0,3	—	—	0,1
22	8	0,2	—	—	0,2
23	8	0,4	—	—	0,1
24	8	0,2	—	—	0,1
25	8	0,1	—	—	—
26	8	—	—	—	—
27	8	—	—	—	—
28	8	0,1	—	—	—
29	8	—	—	—	—
30	8	—	—	—	—
31	8	0,1	—	—	0,1
32	8	0,1	—	—	—
33	8	—	—	—	—
34	8	—	—	—	—
35	8	—	—	—	—
36	8	—	—	—	—
37	8	—	0,3	—	—
38	8	—	0,1	—	0,1
39	8	—	0,2	—	—
40	8	—	0,1	—	—
41	8	—	0,1	—	0,1
42	8	—	0,1	—	—
43	8	—	0,2	—	—
44	8	—	0,1	—	—
45	8	—	0,2	—	0,2
46		—	0,3	—	—
47	8	—	0,2	—	—
Summa	376,0	3,9	1,9	0,0	3,3

Eine Erscheinung ist auffallend bei dem Anfange der Versuche, nämlich die Bewegung der Mauer nach Hinten.

Es können zwei Ursachen sie bewirkt haben:

Die erste, dass der Sand keinen Druck übt und pressbar ist, wenn er feucht und in geringem Volumen angewendet wird. Wenn die Mauer abgebogen wurde, so blieb deren Eindruck, ohne dass der Sand nachrollte, wie er bei dem Formen der Giessereien feststeht.

Die zweite Veranlassung ist, dass der Sand, da er feucht war, auf die Mauer eine Capillarwirkung übte und sie nach sich zog. So ward nach der ersten Erfahrung die, durch die Auffüllung (die keilartig wirkt, sich aber zusammensetzt) gepresste Mauer während 32 Versuchen vorwärts bewegt. Sie bleibt in constanter Stellung, während den vier folgenden Beobachtungen, fängt aber bei der siebenunddreissigten Beobachtung an zurückzugehen, weil hier die Capillaranziehung auf sie einzuwirken beginnt und das Uebergewicht über den Druck nach Aussen erhält.

Bei dem zweiten Versuche drückt keine Kraft die Mauer nach Vorn, die Capillarkraft wirkt allein, von Anfang der Beobachtungen bis zu Ende.

Man wird einsehen, dass die Erscheinung der Capillarität, die einen so mächtigen Einfluss auf kleine Massen übt, weil sie so bedeutende Flächen in Vergleich zu ihrem Gewicht bieten, auf grosse Massen keinen bemerklichen Einfluss haben kann. Die Experimente führen aber zu der Folgerung, dass, bei gleichem Volumen und gleicher Fundamentbreite, die Futtermauern, die nach Innen Bankets haben, dem Drucke einer Auffüllung, deren untere Lagen sich setzen, weniger Widerstand entgegensetzen, als die, welche keine Bankets haben.

Die Versuche wurden mit ganz ausgetrocknetem Sande wiederholt. In diesem Zustande konnte dieser sich weder an die Mauer anhängen noch zusammenbacken; er fiel in sehr geneigtem Böschungswinkel ab, war nicht pressbar und lief fast mit soviel Leichtigkeit, als eine Flüssigkeit durch die kleinsten Oeffnungen ab, wenn man ihn mit der Hand aufnahm.

Diese neuen Versuche, die in folgender Tafel zusammengestellt sind, haben auf keine Bewegung der Mauer nach Rückwärts geführt, ausgenommen der siebente, bei welchen die breite Grundfläche der Mauer oberhalb, die kleinere unterhalb gestellt war.

Versuche über den Einfluss, den die Bankets auf die Stabilität der Futtermauer ausüben.

Völlig trockner Sand. Die Mauer 18 Centimeter hoch, 75 Millimeter an der Basis, 45 Millimeter an der Krone breit, mit sechs gleichen Bankets.

Nummern die mit den Versuchen der 1. Tafel correspondiren.	Setzen der Auffüllung.	3. Fall. Die Bankets sind nach der Auffüllung gekehrt. Die Aussenseite hat 0,025 : 1 Einziehung und die Bankets hängen um 0,025 : 1 über. Bewegung der Mauer nach Vorn.	4. Fall. Die Bankets sind nach Aussen gekehrt. Die innere Mauerfläche gegen die Auffüllung hängt um 0,025 : 1 über. Bewegung der Mauer nach Vorn.	5. Fall. Die Bankets sind nach der Auffüllung gekehrt. Die Aussenfläche hat 0,1 Einziehung auf 1 Höhe, die Bankets hängen 0,1 : 1 über. Bewegung der Mauer nach Vorn.	6. Fall. Die Bankets sind nach Aussen gekehrt, die gegenseitige Flucht nach der Auffüllung mit einem Ueberhange von 0,1 : 1.	7. Fall. Die Abstufungen sind nach der Auffüllung gekehrt, aber die breite Grundebene nach Oben, die kleinere nach Unten. Die Gegenfront hat eine Einziehung von 0,025 : 1. Bewegung der Mauer nach Vorn.
	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$
1	4	0,9	0,2	0,4	—	0,2
1	4	0,6	0,3	0 6	—	0,2
2	4	0,2	0,3	0,9	—	0,2
2	4	0,8	0,1	0,8	—	0,2
3	4	0,5	0,1	0,6	—	0,2
3	4	0,5	0,8	0,8	—	0,2
4	4	0,5	—	0,5	—	0,2
4	4	0,6	—	0,5	—	0,2
5	4	1,0	0,2	0,5	—	0,1
5	4	1,0	0,2	0,5	—	0,1
6	4	0,3	0,3	0,5	—	0,1
6	4	0,8	0,3	0,5	—	0,1
7	4	1,6	—	0,6	—	0,1
7	4	1,4	—	0,4	—	0,1
8	4	1,0	—	—	—	0,1
8	4	0,6	—	0,2		0,1
9	4	0,9	—	0,2	—	0,1
9	4	0,5	0,2	0,1	—	0,1
10	4	0,5	0,2	0,1	—	0,1
10	4	0,7	—	0,2	—	0,1
Latus	80	14,9	3,2	8,9	0,0	2,8

Nummern die mit den Versuchen der 1. Tafel correspondiren.	Setzen der Auffüllung.	3. Fall. Die Bankets sind nach der Auffüllung gekehrt. Die Aussenseite hat 0,025 : 1 Einziehung und die Bankets hängen um 0,025 : 1 über. Bewegung der Mauer nach Vorn.	4. Fall. Die Bankets sind nach Aussen gekehrt. Die innere Mauerfläche gegen die Auffüllung hängt um 0,025 : 1 über. Bewegung der Mauer nach Vorn.	5. Fall. Die Bankets sind nach der Auffüllung gekehrt. Die Aussenfläche hat 0,1 Einziehung auf 1 Höhe, die Bankets hängen 0,1 : 1 über. Bewegung der Mauer nach Vorn.	6. Fall. Die Bankets sind nach Aussen gekehrt, die gegenseitige Flucht nach der Auffüllung mit einem Ueberhange von 0,1 : 1.	7. Fall. Die Abstufungen sind nach der Auffüllung gekehrt, aber die breite Grundebene nach Oben, die kleinere nach Unten. Die Gegenfront hat eine Einziehung von 0,025 : 1. Bewegung der Mauer nach Vorn.
	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$
Transp.	80,0	14,9	3,2	8,9	0,0	2,8
11	4	0,8	—	0,2	—	0,1
11	4	1,0	0,3	0,6	—	0,1
12	4	0,7	—	0,5	—	0,1
12	4	0,5	—	—	—	0,1
13	4	1,0	—	—	—	0,1
13	4	0,8	—	—	—	0,1
14	4	0,4	0,1	—	—	0,1
14	4	0,5	0,2	—	—	0,1
15	4	0,6	—	—	—	0,1
15	4	0,4	—	—	—	0,1
16	4	0,1	—	—	—	0,1
16	4	0,5	0,1	—	—	0,1
17	4	0,9	0,1	—	—	0,1
17	4	0,6	—	—	—	0,1
18	4	0,4	0,1	—	—	0,1
18	4	0,1	0,4	—	—	0,1
19	4	0,5	0,1	—	—	0,1
19	4	0,5	0,4	—	—	0,1
20	4	0,4	—	—	—	0,1
20	4	0,1	—	—	—	0,1
21	4	0,5	0,1	—	—	0,1
21	4	0,1	0,9	—	—	0,1
22	4	0,4	0,1	—	—	0,1
22	4	0,3	0,1	—	—	0,1
23	4	0,3	0,4	—	—	0,1
Latus	180,0	27,3	6,6	10,2	0,0	5,3

Nummern die mit den Versuchen der 1. Tafel correspondiren.	Setzen der Auffüllung.	3. Fall. Die Bankets sind nach der Auffüllung gekehrt. Die Aussenseite hat 0,025 : 1 Einziehung und die Bankets hängen um 0,025 : 1 über. Bewegung der Mauer nach Vorn.	4. Fall. Die Bankets sind nach Aussen gekehrt. Die innere Mauerfläche gegen die Auffüllung hängt um 0,025 : 1 über. Bewegung der Mauer nach Vorn.	5. Fall. Die Bankets sind nach der Auffüllung gekehrt. Die Aussenfläche hat 0,1 Einziehung auf 1 Höhe, die Bankets hängen 0,1 : 1 über. Bewegung der Mauer nach Vorn.	6. Fall. Die Bankets sind nach Aussen gekehrt, die gegenseitige Flucht nach der Auffüllung mit einem Ueberhange von 0,1 : 1.	7. Fall. Die Abstufungen sind nach der Auffüllung gekehrt, aber die breite Grundebene nach Oben, die kleinere nach Unten. Die Gegenfront hat eine Einziehung von 0,025 : 1. Bewegung der Mauer nach Vorn.
	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{10000}$
Transp.	180,0	27,3	6,6	10,2	0,0	5,3
23	4	0,3	0,4	—	—	0,1
24	4	0,1	0,1	—	—	0,1
24	4	0,3	—	—	—	0,1
25	4	0,5	—	—	—	0,1
25	4	0,2	—	—	—	0,1
26	4	—	—	—	—	0,1
26	4	0,2	—	—	—	0,1
27	4	0,2	—	—	—	0,1
27	4	0,2	—	—	—	0,1
28	4	—	—	—	—	0,1
28	4	0,4	—	—	—	0,1
29	4	0,2	—	—	—	0,1
29	4	0,2	—	—	—	0,1
30	4	0,2	—	—	—	0,1
30	4	0,2	—	—	—	0,1
31	4	0,2	—	—	—	0,1
31	4	0,2	—	—	—	0,1
Summe	248,0	30,9	7,2	10,2	0,0	7,0
Mittel	1,0	0,121	0,029	0,041		0,028

Wir nehmen an, dass die Resultate der letzten Tabelle mit den Ergebnissen der Praxis übereinstimmen und wenden sie auf eine Mauer von 18 Meter Höhe an, die stark genug ist, einer Auffüllung von unpressbarem Material zu widerstehen.

Wenn die Mauer einer pressbaren Auffüllung zu widerstehen hat, so wird sie an der Krone nach folgenden Massen überweichen, sobald das Setzen suf 2,48 Meter niedergeht.

	Die Bankets nach der Ausfüllung. Meter.	Die Bankets nach Aussen. Meter.
Dritter und vierter Fall	0,309	0,072
Fünfter und sechster Fall	0,102	0,000
Wenn das Setzen nur 0,96 beträgt *), so hat man:		
Dritter und vierter Fall	0,179	0,035
Fünfter und sechster Fall	0,102	0,000

In dem siebenten Falle, wird die Mauer bei einem Setzen von 2,48 Meter, wenn sie 18 Meter hoch ist, um 0,070 Meter überweichen, und bei einem Setzen von 0,96 Meter um 0,032 Meter.

Fünftes Capitel.

Einige mathematische Formeln für Werthe, die bei Gewölben und Brückenbögen gebraucht werden, wenn man sich nicht mit empirischen Sätzen begnügen will.

1. Bezeichnet m den Pfeil des Kreisbogens oder die senkrechte Höhe des Schlusssteins über den Anfängen, l die halbe Entfernung der Pfeiler, r den Radius des Intrados und a die Weite des halben Bogens des Intrados, d. i., den Winkel, den die Fugen der Anfänge mit der Verticale bilden, so ist

$$r = \frac{1}{2}\left(\frac{l^2}{m} + m\right) \text{ oder } r = \frac{l^2 + m^2}{2m}$$

$$\text{und } \sin a = \frac{l}{r}.$$

Für das Auge und zu Vereinfachung des Calculs, ist der Werth von $2a = 60^0$ der vorzüglichere, und man hat dann

$$r = 2l,\ m = r\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 0{,}134\ r$$

und der Bogen des Intrados hat zur Länge $\frac{\pi}{2}\ r = 1{,}047\ r$.

2. Zu Bestimmung des Druckes Q der Hinterfüllung einer Futtermauer, deren innere Flucht lothrecht steht, ist

$$Q = \frac{dh^2}{2}\ tang.^2 \frac{1}{2}\ a.$$

wenn d das Gewicht eines Cubikmeters der Hinterfüllung,
h die an der Mauer anliegende Höhe derselben,
a der Winkel, den die Mauer mit der natürlichen Böschung der Aufschüttung macht.

Dieser Winkel a ist bei feinem, sehr trocknem Sande $= 60^0$;
bei klarer, trockner Erde $= 46^0{,}50$;
bei feuchter Erde $= 54^0$, und
bei festern und härtern Erden $= 35^0$.

Die Winkel stimmen beziehlich, wenn man die Höhe oder die eine Kathete des Aufwurfs $= 1$ setzt, in Bezug auf die andere Kathete oder Basis, mit 1,78; 1,34; 1,05 und 0,69.

Bei Flüssigkeiten, wo Reibung und Cohäsion $= 0$, wird der Winkel $a = R$, folglich $tang.\ \frac{1}{2}\ a = 1$ und $Q = \frac{dh^2}{2}$.

*) Die vierundzwanzig ersten Versuche (von Nr. 1 bis 12).

Wenn Cohäsion in der Aufschüttung anzunehmen, so ist der Horizontaldruck

$$Q = \frac{dh}{2} \, tang^2 \, \frac{1}{2} \, a \, (h - h^1),$$

unter h^1 die Tiefe verstanden, nach welcher man die Erde abgestochen hat, ehe sie nachrollt, wobei die Oberfläche horizontal planirt worden war.

3. Für Bekleidungsmauern mit verticalen Fronten giebt Vauban die Regel, dass der Moment des Widerstandes um $\frac{4}{5}$ den Druck der Erde übersteigen muss, woraus Poncelet die empirische Formel ableitet:

$$x = 0{,}845 \, (H + h) \, tang \, \frac{1}{2} \, a \sqrt{\frac{d}{d^1}}.$$

welche bei Mauern von mittler Festigkeit sich in

$$x = 0{,}285 \, (H + h)$$

vereinfacht, wobei

x Dicke der Mauer,
H Höhe der Verkleidung,
h ganze Höhe der Hinterfüllung,
a der natürliche Böschungswinkel derselben,
d Gewicht eines Cubikmeters der Erde,
d^1 Gewicht eines Cubikmeters der Mauer

bezeichnet, und für die Grenzen, die in der Praxis gewöhnlich vorkommen, nämlich zwischen $h = o$ und $h = H$.

Hat die äussere Flucht eine Einziehung von mindestens $\frac{1}{6}$, dann nimmt man die gefundene Mauerstärke in dem $\frac{1}{3}$ der Höhe von dem Fundament ab gemessen.

4. Druck eines Gewölbes auf das Lehrgerüste. — Nach Dejardin ist, jenachdem das Gewölbe ein Kreis- oder gedrückter Bogen ist:

$$P = d \left(e + \frac{e^2}{2r} \right) \text{ oder } P = d \left(e + \frac{e^2}{2R} \right)$$

wobei

P der normale Druck auf den Bogen, durch die Einheit der Intradosfläche,
d specifisches Gewicht der Mauerung,
e Dicke des Schlusssteins,
r Halbmesser der Intrados,
R Halbmesser des Bogens im Scheitel des Intrados: die Formel giebt den Druck auf den Bogen in diesem Puncte.

Man kann hier den Werth von P als höhern Grenzwerth bei Anlage des Lehrgerüstes annehmen.

5. Für die Stärke des Gewölbes im Schlusse giebt Perronet die empirische Formel:

$$e = 0{,}0347 \, d + 0{,}325 \text{ Meter}$$

wobei

e die Höhe des Schlusssteins im Meter,
d die Entfernung der Widerlagspfeiler, wenn das Gewölbe im vollen Kreise construirt ist. Bei gedrückten Bögen bezeichnet d das Doppelte des grossen Radius, der zum Zeichnen der Directrice in dem von Kreisstücken zusammengesetzten Bogen und des Bogens am Scheitel bei Gewölben von Korblinie.

Bei Bögen über 30 Meter Weite wird dieser Werth zu gross und man bedient sich der Formeln (von Dejardin):

Für Gewölbe im vollen Bogen

$$e = 0{,}10 \, r + 0{,}30 \text{ Meter.}$$

Für Gewölbe von Kreisbögen von 60°, 50° und 40 Grad Weite

$$e = 0{,}05 \, r + 0{,}30 \text{ Meter}; \quad e = 0{,}035 \, r + 0{,}3 \text{ Meter};$$
$$e = 0{,}02 \, r + 0{,}3 \text{ Meter.}$$

Bei Korbbögen, die $\frac{1}{3}$ gedrückt sind, wenn r der Radius des Bogens am Scheitel

$$e = 0{,}07 \, r + 0{,}3 \text{ Meter}$$

endlich bei gothischen (Spitz-) Bögen,

$$e = 0{,}05 \, r + 0{,}3 \text{ Meter,}$$

wo e die constante Fugenhöhe in verticaler Projection bei Spitzbogen aus dem Drittel und r der Halbmesser der Kreisbögen ist.

6. Stärke der Widerlager an den Anfängen der Bögen. — Nimmt man nur Bezug auf die Längeneinheit des Bogens, wodurch die Rechnung einfacher wird, und bezeichnet mit S die Fläche des Profils des halben Bogens, so ist

$$S = \frac{P + P^1}{d}$$

wobei P die Schwere des Halbbogens,
P^1 die Schwere des Widerlagers unter den Anfängen,
d das specifische Gewicht der Mauer von den Widerlagen ist; und die Stärke der Widerlager

$$E = \frac{S}{h} + \sqrt{\frac{S^2}{h^2} + \frac{3QH}{dh}} - \frac{2SA}{h}$$

mit h die Höhe der Widerlager von dem Fundament zu den Bogenanfängen,

Q den horizontalen Druck,

H den Hebelarm des Drucks Q in Bezug auf die Rotationskante des Widerlagers,

A die horizontale Entfernung des Schwerpunctes des Ganzen $P + P^1$ von der innern Kante des Widerlagers

bezeichnet.

Wenn die Widerlagsmauern, anstatt eine gleichmässige Dicke E zu haben, auf der Aussenseite geböscht sind, und

$b < E$ deren Dicke in der Krone oder die Länge der Anfangsfugen,

$B > E$ die Dicke am Fusse ist, so hat man

$$B = -\frac{b}{e} + \sqrt{\frac{3}{2}}\sqrt{b^2 + 2E^2}$$

zu nehmen.

Wenn $b = B$, so giebt die Formel $B = E$, wie bei gleich dicken Widerlagen sein muss.

Die Totalböschung der äussern Face ist

$$B - b = -\frac{3}{2}b + \frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{b^2 + 2E^2}$$

und wird Null, wenn $b = E$.

7. Rondelet giebt folgende Construction, um annähernd den Druck eines Gewölbes, welches parallel extradosirt ist, auf die Widerlager zu bestimmen (Fig. 31, Taf. 9): Man beschreibe einen mittlern Kreisbogen (Viertelkreis) TKG und ziehe die Tangenten TF, FG und, wo diese sich schneiden, in F, die Normale FO auf die Gewölblinie, welche den Punct K bestimmt, wo der grösste Druck Statt findet.

Durch K lege man die Horizontale IL bis zu den Normalen TF und GO.

Der Theil iK mal der Gewölbstärke drückt den horizontalen Druck des untern Gewölbtheils und KL mal der Gewölbstärke den Druck des Obertheils aus.

Diese beiden Kräfte wirken in entgegengesetzter Richtung und heben sich theilweise auf:

wenn man sonach iK von K nach m trägt, so ist die Differenz mL mal der Gewölbstärke der Ausdruck für den Druck.

Diese Methode giebt für die Praxis genügende Resultate, nicht aber für die Theorie.

Nimmt man

P = dem Product von mL in die Dicke des Gewölbes,

x = der Dicke der Widerlager,

so erhält man nach Rondelet eine genügende Stabilität in der Formel

$$x = \sqrt{2P}$$

und nach den verschiedenen Arten von Gewölben modificirt

für ein Klostergewölbe von $x = \sqrt{2P} \times 0{,}67$,

für ein Kugelgewölbe $x = \sqrt{2P} \times 0{,}50$,

für ein durch vier Pfeiler getragenes Kreuzgewölbe, wo die Kappen nicht in der Dicke der Pfeiler fortsetzen, ist für jede Seite der Pfeiler $x = \sqrt{2P} \times 2$.

Für dasselbe Gewölbe, wobei aber die Kappen der Dicke der Pfeiler nach fortsetzen $x = \sqrt{2P} \times 1{,}75$.

Nach demselben verhalten sich die erforderlichen Dicken der Widerlagen, wenn man die für den vollen Bogen = 1 setzt und gleiche Bogenweite annimmt:

Beim gothischen Gewölbe wie	070 : 1,
- um $\frac{1}{3}$ gedrückten Gewölbe*) wie	1,18 : 1,
- - $\frac{1}{6}$ - - -	1,35 : 1,
- - $\frac{1}{10}$ - - -	1,39 : 1,
Bei dem scheidrechten - -	1,42 : 1.

Oder: wenn man den Druck des vollen Bogengewölbes = 1 setzt, so verhält sich der Druck der andern Gewölbe auf die Widerlager

bei dem gothischen Gewölbe	= 0,49 : 1,
- - auf $\frac{1}{3}$ gedrückten Gewölbe	= 1,393 : 1,
- - - $\frac{1}{6}$ - -	= 1,82 : 1,
- - - $\frac{1}{10}$ - -	= 1,91 : 1,
und - - scheidrechten Gewölbe	= 1,95 : 1.

8. Graphische von Méry angegebene Methode, die Stabilität eines Gewölbes zu bestimmen**). Durch diese Construction lassen sich auf sehr practische Weise die nöthigen Elemente für die Dicke der Bögen jeder cylinderartigen Form und der Widerlager bequem finden.

*) D. i., wenn die Scheitelhöhe des Bogens $\frac{1}{3}$ der Bogenweite ist.

**) Man vergleiche den Aufsatz von Barlow in der Bauzeitung von Hertel, IV. Bd., S. 65.

Wenn ein Gewölbe im Gleichgewichte ist, so wird, wie auch der Druck sich auf die Puncte einer der Fugen vertheile, das Ganze der einzelnen Drucke sich in einer Kraft vereinigen, die auf einen Punct dieser Fuge wirkt: so fällt, z. B., (Fig. 32, Taf. 9), für die Fuge ab diese Wirkung (die wir p nennen) in den Punct g und das Gewölbe wird im Gleichgewichte gehalten durch den Druck p und durch den Horizontalschub P, der von dem Scheitel des Gewölbes ausgeht. Für die andern Fugen $a'b'$, a'', b'' u. s. w. existiren gleiche Puncte g', g'' u. s. w., die g analog sind.

Diese Puncte bestimmen eine Curve, die Méry „die Curve des Drucks *(courbe de pression)*," Barlow Curve des gleichförmigen Drucks *(curve of aequal horizontal thrust)* nennen, und die sich sehr gut eignet, Ausweis über das Gleichgewicht des Bogens zu geben.

Wenn diese Curve durch den Bogenscheitel C, durch den Punct b des Intrados und durch den äusseren Punct A geht, dann ist es ein Anzeichen, dass der Bogen in der Fuge C an dem Intrados, in der Fuge ab an dem Extrados ein Streben sich zu öffnen zeigt, und dass sich das Widerlager um die äussere Kante A drehen wird.

Geht die Curve nicht durch die Puncte selbst, sondern nähert sich ihnen nur, wie in der Figur, so bekundet sie doch, dass diese Puncte die schwächsten des Bogens sind.

Da das Ergebniss von allen Pressungen, die auf die Fuge ab wirken, durch den Punct g geht, wo die Curve diese trifft, so wirkt die Hälfte der Bestandtheile von p auf den Theil bg, der, ohne zu brechen, Widerstand leisten muss; ebenso ist es mit jedem andern Stück Ae, $b'g'$, $b''g''$....Cg'''.

Wir bemerkten, dass bg gegen die halbe Pressung, die auf die Fuge ab wirkt, widerstandsfähig sein müsse; man beachte aber wohl, dass, weil der Druck von dem Puncte g bis b sich progressiv vermehrt, die Kante b zerdrückt werden würde, wenn man sich für bg an die Grenze hielt, welche die halbe und gleichvertheilte Pressung verlangte.

Es giebt nichts Positives über die Art der Vertheilung der Pressung in einer Fuge; es lässt sich aber annehmen, dass sie proportional auf dem Abstand bis g abnimmt: so dass sie, da sie in g eine mittle ist, in dem Puncte h Null sein wird, welches $hg = 2gb$ giebt, (der Gesammtdruck wird nämlich in der Fläche eines Dreiecks repräsentirt, wovon hb die Höhe, g der Schwerpunct und dessen Grundlinie, die wir durch k bezeichnen, proportional dem grössten Druck b; in jedem andern Puncte wird der Druck dargestellt durch eine Parallele aus diesem Puncte mit der Basis des Dreiecks.)

Dieses festgestellt, da es einleuchtend ist, dass in b der Druck k die Grenze nicht überschreiten darf, welche der Stein zulässt, folgt, dass der Theil bg fähig sein müsse, eine Belastung $= k \times bg$ zu tragen; und da der ganze Druck in der Fuge $ab = k \times \frac{3}{2} bg$, so sieht man, dass bg im Stande sein muss, $\frac{2}{3}$ der Gesammtbelastung der Fuge und nicht allein die Hälfte zu tragen.

Da der Druck in der Tangente zu der Curve der Pressungen wirkt, so dient diese Curve, durch ihre Neigung gegen die verschiedenen Fugen, auch noch die Fugen zu bemerken, wo Gleitung zu befürchten ist.

Setzt man den Winkel, den die Richtung des Drucks mit der Fuge des Gewölbsteins bildet $= x$, so ist die Kraft, die nach der Richtung der Fuge wirkt, um die Gleitung zu bewirken $= p \cos \alpha$, die normale Kraft ist $= p \sin \alpha$, und wenn 0,76 der beziehliche Reibungscoefficient ist, so gehört zur Stabilität, dass $p \cos \alpha < p \sin \alpha \cdot 0{,}76$ oder $\cos \alpha < \sin \alpha \cdot 0{,}76$ sei.

Construction der Pressungscurve. — Ein Gewölbe verlangt um stabil zu sein, dass seine Dicke und die seines Widerlagers grösser sei, als das statische Gleichgewicht fordert. Es ist begreiflich, dass die Pressungscurve sonach viel Lagen erhalten kann, ohne dass es möglich wird, diejenige genau zu bestimmen, die sich realisirt. Diese Lage hängt von dem nicht genau voraussichtlichen Setzen und den zufälligen Belastungen des Gewölbes ab.

Man nehme auf der Ebene der Bogenanfänge einen Punct m (Fig. 33, Taf. 9) an, der, nach den Abständen von a und b zu urtheilen, der Curve anzugehören scheint (es müssen die Theile bm und am vermögend sein, $\frac{2}{3}$ der Belastung der Fuge ab jeder für sich zu tragen, ohne zerdrückt zu werden); nehme ferner auf der Verticalen cd den Punct n an, von dem es scheint, dass er dem Abstande von c nach der Pressungscurve zugehöre, und suche nun die Puncte, wo die, durch m und n gehende Curve die übrigen Fugen schneiden wird.

Man berechne das Gewicht des Gewölbstücks $cdba$ und bestimme die Lage seines Schwerpunctes; es sei KG die Verticale

durch diesen. Man verlängere diese zur Horizontale *nX*, verbinde *Km*, nehme *KS*, proportional dem gefundenen Gewicht und schliesse das Parallelogramm *KSRP*, worin *KP* dem horizontalen Druck, und die Diagonale *KR* dem Gesammtdrucke *p* auf die Fuge *ab* proportional ist.

Nachdem dieses geschehen, lege man die Verticale *kg* durch den Schwerpunct des Gewölbstücks *cdfe*, nehme *ks* proportional dem Gewichte dieses Stücks und *kp* dem horizontalen Dr uc *KP* gleich; construirt man nun das Parallelogram *ksrp*, so drückt die Diagonale *kr* die Grösse und Richtung des Drucks auf die Fuge *ef* aus und der Punct *o*, wo sie diese Fuge trifft, ist ein Punct der Pressungscurve.

Ebenso wird für das Gewölbstück *cdih* der Punct *q* und jeder andere Durchgangspunct der Curve durch die Fugen gefunden.

Sind die Puncte *m* und *n* unpassend gewählt worden, so zeigt sich dieses bald, indem die Curve aus den schicklichen Grenzen tritt oder eine übermässige Dicke der Widerlager herbeiführt. Man muss dann die Puncte versetzen und eine neue Curve construiren, sich dabei der nämlichen Elemente, wie bei der ersten, bedienend.

Mit gewöhnlichem Material ausgeführt, müssen die Abstände der Curven von den äussersten Puncten der Fuge so sein, dass jeder solcher Abstand eine gleichmässig vertheilte Last von $\frac{2}{3}$ der Gesammtlast, die auf der Fuge ruht, zu tragen vermag.

Wenn zwei Gewölbe auf einem Pfeiler zusammenstossen, kann man sich an die statische Stärke halten, d. i., an die, wo die Pressungscurve durch die äussersten Endpuncte der Fugen am Schlusssteine, der Gewölbschenkel und der Anfänge geht; weil, ausser, dass der gegenliegende Druck jede Bewegung des Pfeilers aufhebt, die Mauerung, welche die Bögen über der Ebene ihrer Anfänge verbindet, das Abgleiten und die Umwälzung des Gewölbtheils zwischen den Anfängen und den Schenkeln unmöglich macht.

Es versteht sich, dass die Mauermasse, welche die beiden Bögen verbindet (die Hintermauerung), wenigstens bis zu der Brechungsfuge durchgeführt werde, bevor das Gewölbe ausgerüstet und belastet wird.

I. Vergleichung

des französischen Metermasses mit dem rheinländischen (preussischen) Fusse.

Metrisches Mass.	Rheinländisches Mass.				
	Fuss.	Fuss.	Zoll.	Linien.	Scrupel.
Millimeter.					
1	0,003186199	—	—	—	5,5057
2	0,006372399	—	—	—	11
3	0,009558598	—	—	1	4½
4	0,011274798	—	—	1	10
5	0,015930995	—	—	2	3½
6	0,019117197	—	—	2	9
7	0,022303395	—	—	3	2½
8	0,025489596	—	—	3	8
9	0,028675795	—	—	4	1½
Centimeter					
1	0,03186199	—	—	4	7
2	0,06372399	—	—	9	2
3	0,09558598	—	1	1	9
4	0,12744798	—	1	6	4
5	0,15930997	—	1	10	11
6	0,19117197	—	2	3	6
7	0,22303396	—	2	8	1
8	0,25489596	—	3	0	8
9	0,28675795	—	3	5	3
Decimeter.					
1	0,3186199	—	3	9	10,57
2	0,6372399	—	7	7	9
3	0,9558598	—	11	5	8
4	1,2744798	1	3	3	6
5	1,5930997	1	7	1	5
6	1,9117197	1	10	11	3
7	2,2303396	2	2	9	2
8	2,5489596	2	6	7	0
9	2,8675795	2	10	4	11
Meter.					
1	3,186199496	3	2	2	9,75
2	6,3723990	6	4	5	7
3	9,5585985	9	6	8	5
4	12,7447980	12	8	11	3
5	15,9309975	15	11	2	0
6	19,1171970	19	1	4	10
7	22,3033965	22	3	7	8
8	25,4895959	25	5	10	6

Metrisches Mass.	Rheinländisches Mass.				
	Fuss.	Fuss.	Zoll.	Linien.	Scrupel.
Meter.					
9	28,6757954	28	8	1	3,7
10	31,8619949	31	10	4	1,53
20	63,7239899	63	8	8	3
30	95,5859848	95	7	0	4,5
40	127,4479798	127	5	4	6
50	159,3099748	159	3	8	7,6
60	191,1719697	191	2	0	9
70	223,0339647	223	0	4	11
80	254,8959598	254	10	9	0
90	286,7579546	286	9	1	2
100	318,619949	318	7	5	3
200	637,239899	637	2	10	6
300	955,859848	955	10	3	9
400	1274,479798	1274	5	9	0
500	1593,099748	1593	1	2	4,5
1000	3186,199496	3186	2	4	9

x Millimeter $= x \cdot 0{,}00319$ rheinländische Fuss (Werkmass).
x Centimeter $= x \cdot 0{,}03186$ „ „
x Decimeter $= x \cdot 0{,}3186$ „ „
x Meter $= x \cdot 3{,}1862$ „ „

II. Vergleichung

des rheinländischen (Werk-) Masses mit dem Meter.

Rheinisches Mass.	Meter.	Rheinisches Mass.	Meter.
Linien.		Zoll.	
1	0,002179	1	0,026154
2	0,004359	2	0,052309
3	0,006538	3	0,078463
4	0,008718	4	0,104618
5	0,010897	5	0,130772
6	0,013077	6	0,156926
7	0,015256	7	0,183081
8	0,017436	8	0,209235
9	0,019615	9	0,235390
10	0,021795	10	0,261544
11	0,023974	11	0,287699

Rheinisches Mass.	Meter.	Rheinisches Mass.	Meter.
Fuss.		Fuss.	
1	0,313853	12	3,766242
2	0,627707	20	6,277070
3	0,941560	30	9,415605
4	1,255414	40	12,554140
5	1,569267	50	15,692675
6	1,883121	60	18,831210
7	2,196974	70	21,969745
8	2,510828	80	25,108280
9	2,824681	90	28,246815
10	3,138535	100	31,385350
11	3,452388	1000	313,8535

x rheinländische Linien $= x \cdot 0{,}00218$ Meter.
x „ Zoll $= x \cdot 0{,}02615$ „
x „ Fuss $= x \cdot 0{,}31385$ „

Es vergleichen sich ziemlich nahe:

58 Myriameter mit 77 Meilen zu 2000 { rheinländ. / preuss. } Ruthen.

43 Meter mit 137 rheinländische Fuss.

III. Vergleichung

des französischen und rheinischen Flächenmasses.

Quadratmeter.	Rheinische Quadratfuss.	Quadratmeter.	Rheinische Quadratfuss.
□ Decimet.		□ Decimet.	
1	0,101518672	60	6,091120
2	0,203037	70	7,106307
3	0,304556	80	8,121494
4	0,406074	90	9,136680
5	0,507593	□ Meter.	
6	0,609112	1	10,1518672
7	0,710630	2	20,303734
8	0,812149	3	30,455602
9	0,913668	4	40,607469
10	1,015186	5	50,759334
20	2,030373	6	60,911203
30	3,045560	7	71,063070
40	4,060746	8	81,214938
50	5,075933	9	91,366805

Quadratmeter.	Rheinische Quadratfuss.	Quadratmeter.	Rheinische Quadratfuss.
□Meter.		□Meter.	
10	101,518672	200	2030,37344
20	203,037344	300	3045,56016
30	304,556016	400	4060,74688
40	406,074688	500	5075,93360
50	507,593360	1000	10151,8672
60	609,112032	2000	20303,7344
70	710,630704	3000	30455,6016
80	812,149376	4000	40607,4688
90	913,668048	5000	50759,3360
100	1015,18672	10000	101518,6722

1 □Kilometer = 1000000 □Meter = 391,62296 preuss. Morgen zu 180 rheinländische □Ruthen.

1 □Hectometer = 10000 □Meter = 3,9162296 preuss. Morgen.

1 Are = 1 □Decameter = 100 □Meter = 10,151867234 rheinl. □Fuss.

Es vergleichen sich annähernd:

20 Ares mit 141 rheinl. □Ruthen.

33 □Meter mit 335 rheinländ. □Fuss.

x □Decimeter = x · 0,10152 rheinländ. □Fuss.

x □Meter = x · 10,15187 rheinländ. □Fuss.

IV. Vergleichung

des rheinländischen Flächenmasses mit Quadratmetern.

Rheinländ. Mass.	Quadratmeter.	Rheinländ. Mass.	Quadratmeter.
Linien.		Zoll.	
1	0,00000475	1	0,00068406
2	0,00000950	2	0,00136811
3	0,00001425	3	0,00205217
4	0,00001900	4	0,00273622
5	0,00002375	5	0,00342028
6	0,00002850	6	0,00410433
7	0,00003325	7	0,00478839
8	0,00003800	8	0,00547245
10	0,00004275	9	0,00615650
	0,00004750	10	0,00684056

Rheinländ. Mass.	Quadratmeter.	Rheinländ. Mass.	Quadratmeter.
Zoll.		Fuss.	
20	0,01368111	10	0 98504046
30	0,02052167	20	1,97008091
40	0,02736223	30	2,95512137
50	0 03420279	40	3 94016182
60	0,04104334	50	4,92520228
70	0,04788389	60	5,91024274
80	0,05472447	70	6,89528319
90	0,06156502	80	7,88032365
100	0,06840559	90	8,86536411
144	0,09850404	100	9,85040456
Fuss.		200	19,70080913
1	0,09850404568	300	29,55221370
2	0,19700809	400	39,40161827
3	0,29551214	500	49,25202284
4	0,39401618	600	59,10242741
5	0,49252023	700	68,95283198
6	0,59102427	800	78,80323654
7	0,68952832	900	88,65364111
8	0,78803236	1000	98,50404568
9	0,88653641		

x rheinländische □Linien = x · 0,00000475 Meter = x · 4,75 Millimeter;

x □Zoll = x · 6,84 Centimeter.

x □Fuss = x · 9,8504... Decimeter.

V. Vergleichung

des metrischen Körpermasses mit dem rheinländischen Cubikfuss.

Cubikmass.	Rheinländische Cubikfuss.	Cubikmass.	Rheinländische Cubikfuss.
Decimeter.		Decimeter.	
1	0,0323458742	8	0,258767
2	0,064691	9	0,291112
3	0,097037	10	0,323458
4	0,129383	20	0,64691...
5	0,161729	30	0,97037
6	0,194075	40	1,29383
7	0,226421		

Cubikmass.	Rheinländische Cubikfuss.	Cubikmass.	Rheinländische Cubikfuss.	Cubikmass.	Rheinländische Cubikfuss.	Cubikmass.	Rheinländische Cubikfuss.
Decimeter.		Meter.		Meter.		Meter.	
50	1,61729	1	32,345874273	8	258,7669939	60	1940,75245
60	1,94075	2	64,6917485	9	291,1128682	70	2264,211197
70	2,26421	3	97,0376227	10	323,458742	80	2587,669939
80	2,58767	4	129,383497	20	646,917485	90	2911,128682
90	2,91112	5	161,729371	30	970,376227	100	3234,58742
100	3,234587424	6	194,077245	40	1293,83497	1000	32345,87424
900	29,1112868	7	226,421197	50	1617,29371		

VI. Vergleichung
der Gewichte in verschiedenen Ländern.

Frankreich. Kilogramm.	Sachsen. Baden. Hessen-Darmstadt. Schweiz. Zollpfund.	England. Pound Avoir du Poids Pfund.	Preussen. Hannover. Kurhessen. Braunschweig. Weimar. Pfund.	Bayern. Pfund.	Oesterreich. Pfund.	Dänemark. Norwegen. Pfund.	Schweden. Schalpfund.
1	2,000000	2,204597	2,138072	1,785714	1,785675	2,002768	2,351063
0,5000000	1	1,102299	1,069036	0,8928571	0,8928377	1,001384	1,175532
0,4535976	0,9071952	1	0,9698245	0,8099957	0,8099781	0,9084507	1,066437
0,4677110	0,9354220	1,031114	1	0,8351982	0,8331800	0,9367166	1,099618
0,5600000	1,120000	1,234574	1,197321	1	0,9999782	1,121550	1,316595
0,5600122	1,120024	1,234601	1,197347	1,000022	1	1,121574	1,316624
0,4993090	0,9986180	1,100775	1,067559	0,8916232	0,8916038	1	1,173907
0,4253395	0,8506790	0,9377023	0,9094066	0,7595348	0,7595183	0,8518563	1

1 Stère = 1 Kilometer = 1 Cubikmeter = 32,345874273 rheinländische Cubikfuss.

1 Hectoliter = $\frac{1}{10}$ Cubikmeter = 1,819455428 preuss. Scheffel.

1 Decaliter = $\frac{1}{100}$ „ = 8.733386 preuss. Quart.

1 Liter = 1 Cubik-Decimeter = $\frac{1}{1000}$ Cubikmeter = 0,8733386 preuss. Quart = 55, 89367 preuss. Cubikzoll.

Der Cubikmeter unter dem Namen Stère bildet die Einheit des französischen Hohlmasses.

---

1 Myriagramme = 10000 Grammes = 21,38072384 preuss. Pfund.

1 Kilogramme = 1000 = „ = 2,138072384 „ „

1 Hectogramme = 100 = „ = 6,84183 preuss. Loth.

1 Decagramme = 10 = „ = 2,7367 preuss. Quentchen.

1 Gramme (gleich dem Gewicht eines Cubikcentimeters destillirten Wassers bei + 3,5° R.) = 0,068418272 preuss. Loth = 16,4195895 preuss. Gran.

Es vergleichen sich nahe:

29 Kilogrammes mit 62 preuss. Pfund.

12 Grammes mit 197 preuss. Gran.

---

1 englische Meile = 1760 Yards = 427,3 preuss. (rheinl.) Ruthen.

1 Imperial Yard = 2,9131 preuss. Fuss.

1 Foot (Fuss) = 11,65368 preuss. Zoll = 0,9711402554118 preuss. Fuss.

Nahe sind:

14 englische Meilen = 3 preuss. Meilen zu 2000 Ruthen.

35 „ Fuss = 34 preuss. Fuss.

35 Yards = 1224 preuss. Zoll = 102 preuss. (rheinländ.) Fuss.

VII. Vergleichung

von Fussmassen und dem Meter.

Meter.	Pariser Fuss.	England. Russland. Fuss.	Preussen. Dänemark. Rheinländ. Fuss.	Bayern. Fuss.	Hannover. Fuss.	Sachsen. Fuss.	Braunschweig. Fuss.	Hessen-Cassel. Fuss.	Würtemberg. Fuss.	Baden. Nassau Schweiz. Fuss.	Oesterreich. Wiener Fuss.	Frankfurt. Fuss.	Hessen-Darmstadt. Fuss.
1	3,078444	3,280899	3,186199	3,426310	3,423547	3,531197	3,504316	3,475854	3,490519	3,333333	3,163446	3,514938	4,000000
0,3248394	1	1,065765	1,035003	1,113000	1,112103	1,147072	1,138340	1,129094	1,133858	1,082798	1,027612	1,141390	1,299358
0,3047945	0,9382928	1	0,9711402	1,044320	1,043478	1,076290	1,068096	1,059421	1,063891	1,015982	0,9642010	1,070957	1,219178
0,3138535	0,9661806	1,029722	1	1,075359	1,074492	1,108279	1,099842	1,090909	1,095512	1,046178	0,9928588	1,102788	1,255414
0,2918592	0,8984722	0,9575606	0,9299217	1	0,9991937	1,030612	1,022767	1,014460	1,018740	0,9728640	0,9232809	1,025506	1,167434
0,2920947	0,8991973	0,9583333	0,9306721	1,000807	1	1,031444	1,023592	1,015279	1,019562	0,9736491	0,9240260	1,026334	1,168379
0,2831901	0,8717847	0,9291189	0,9023000	0,9702968	0,9695144	1	0,9923874	0,984327	0,9884803	0,9439668	0,8958565	0,9950460	1,132760
0,2853624	0,8784722	0,9362453	0,9092216	0,9777400	0,9769516	1,007671	1	0,991878	0,9960630	0,9512081	0,9027287	1,002679	1,141590
0,2876991	0,8856655	0,9439117	0,9166667	0,9857461	0,9849513	1,015922	1,008188	1	1,004219	0,9589969	0,9101206	1,010890	1,150796
0,2864903	0,8819444	0,9399459	0,9128154	0,9816046	0,9808131	1,011654	1,003953	0,9957986	1	0,9549678	0,9062968	1,006642	1,145961
0,3000000	0,9235332	0,9842697	0,9558598	1,027893	1,027064	1,059359	1,051295	1,042756	1,047156	1	0,9490339	1,054107	1,200000
0,3161109	0,9731299	1,037128	1,007193	1,083094	1,082221	1,116250	1,107753	1,098756	1,103391	1,053703	1	1,110720	1,264400
0,2846000	0,8761252	0,9337440	0,9067924	0,9751274	0,9743447	1,004970	0,9973285	0,9892282	0,9934017	0,9486667	0,9003168	1	1,138400
0,2500000	0,769611	0,8202247	0,7965497	0,8565775	0,8558867	0,8827992	0,8760790	0,8689635	0,8726297	0,8333333	0,7908615	0,8787345	1

Anhang.

1. Ueber schiefe Brücken, in Beziehung auf den Kösener Viaduct.

(Zum dritten Capitel gehörig.)

Wenn die Strasse einen Fluss oder eine tiefer liegende Strasse unter schiefem Winkel schneidet, und die Strasseulinie ist durch örtliche Verhältnisse unabänderlich geboten, so dass ein dem Stromstrich senkrechter Uebergang nicht zulässig ist, so wird man genöthigt, der Brücke, sobald sie steinern werden soll, eine schiefe Lage zu geben, d. i., dass die Stirnen der Wölbungen mit den Widerlagen schiefe Winkel machen. Hieraus entstehen dann die sogenannten schiefen Brücken (*oblique bridges, ponts biais*).

Unter dieser Benennung hat man schon in früherer Zeit Brücken gebaut; diese waren jedoch nur ein Zwitterkind derjenigen Art, welche man jetzt mit diesem Namen belegt; und bestanden in ihrem wahren Wesen nur darin, dass man eine absolute gerade Brücke anlegte und die Stirnenden schräg kürzte. Da man aber dadurch an Stabilität nicht gewann, wohl aber für die Endtheile der Brücke verlor, so wendete man solche nur auf kleine Uebergänge an, suchte dergleichen Anlagen möglichst ganz zu vermeiden, wenn sie auch oft mit bedeutenden Geldopfern umgangen werden mussten, oder, wenn man sie dennoch ausführte, so geschah es nach Constructionen, die mit den Gesetzen des Gleichgewichts (der Stabilität) nicht, oder doch nur kümmerlich stimmten, so dass man zu starken Verankerungen und dergleichen Nothhelfern greifen musste.

Unter die zuerst gedachten pseudoschiefen Brücken gehören die, welche Perronet, in seinem Werke über Brückenbau, in Kürze beschreibt.

Im Jahre 1787 bauete aber bereits Chapman schiefe Brücken in Irland, welche, wie es scheint, eine Annäherung an das jetzige System enthielten, worin die Rudimente desselben mögen gelegen haben, wiewohl ich mir von deren Construction keine Kenntniss habe verschaffen können. Im Jahre 1842 übergab Adie dem Institute der Civilingenieurs zu London eine Schrift: über schiefe Brücken, nach neuerem Systeme, welchem er practisch gefolgt war, und nach ihm behandelten Nicholson, Buck, Dr. Whewell, Sang, John Hart u. A. diesen Gegenstand, wodurch die Aufmerksamkeit der englischen Techniker erregt wurde, so dass der Bau der schiefen Brücken (im wahren Wortverstande) in England seit dieser Zeit zu den Allgemeinheiten gehört.

Nach diesem neuaufgefundenen Systeme, welches, den statischen Forderungen entsprechend, in der Schräge einer Brücke, kein Bedenken aufkommen lässt, führt man in England Brücken nach Kreuzungswinkeln, die innerhalb gewisser Grenzen liegen, auf, ohne sie als besondere Kunstwerke anzusehen.

In Deutschland war bis 1846 das System fast noch unbekannt und, soviel mir bewusst, war die auf der Thüringer Bahnstrecke in gedachtem Jahre erbauete schiefe Brücke die erste dieser Art von Bedeutung. Sie wurde mit Benutzung einiger in England erschienenen Schriften ausgeführt und hat sich bis heute vollkommen bewährt, ungeachtet der bedeutenden eingeengten

Hochwässer während ihres Bestehens und der täglichen stark belasteten Fahrten der Eisenbahnzüge, welche an sich schon ein bedeutendes Agens zur Prüfung eines dergleichen Baues sind. Dazu muss noch gerechnet werden, dass die Construction den Ingenieurs, wie den Werkleuten und sämmtlichen dirigirenden Kräften noch eine *terra incognita* war, letztere sich erst hineinstudiren, Modelle anfertigen und die Arbeiter ganz speciell einüben mussten, was das Gelingen um so verdienstlicher, zu einem wahren Kunststücke macht und ein Zeugniss mehr von der Richtigkeit der Theorie ablegt.

Bekanntlich ist der mit der Achse eines geraden Cylinders senkrecht erfolgte Schnitt ein Kreis; geschieht die Schnittebene unter einer Neigung mit der Cylinderachse, eine Ellipse. Ist *Meab* (Fig. 8, Taf. XI) die Horizontalprojection eines Halbcylinders, die durch die Ebene *DB*, unter einem Winkel α geschnitten worden, so ist dann *db* eine solche (Halb-) Ellipse.

Wem sollte nicht bei dem ersten Anschauen die Möglichkeit beifallen, dass es nur eines cylindrischen Lehrgerüstes bedürfe, um eine solche schiefe Brücke ebenso, wie jede andere gerade zu wölben, wenn man die Stossfugen, wie gewöhnlich, parallel mit den Stirnbögen, die Lagerfugen gleichlaufend mit den Widerlagen anlegte. Dem ist indess nicht so, wovon man sich bei der genauen Betrachtung überzeugen wird; denn es ist für *bd* durchaus kein Widerlager in *Md* vorhanden, indem der Druck der Keilsteine nicht in der schrägen Richtung *bd*, sondern in der *bm* wirkt. Es würde dieser Theil unfehlbar einstürzen, wenn die Stabilität bloss auf dem Gleichgewichte der Wölbsteine beruhte.

Es müsste sich nun wohl eine solche Brücke bauen lassen, wenn man auf die Cohäsion des Cements dergestalt rechnen dürfte, dass der ganze Gewölbbogen als ein Solidum angenommen werden könnte und dabei die Abweichung α nicht über einige 20° betrüge.

Auch hat man kleinere Brückenbögen der Art schon mehr gebaut, wobei man freilich einen Theil der Wölbsteine ungebührlich lang nehmen und sie noch auf dem Lehrgerüste vollkommen austrocknen lassen, sowie von der Bindekraft des Cements völlig überzeugt sein musste. Bei grösseren Brücken ist hierauf nicht soviel zu rechnen; jedoch macht Röder eine Brücke von 20 Fuss Spannung mit Werkstücken von Sandstein namhaft, deren Lagerfugen parallel den Widerlagen, die Stossfugen mit den Stirnseiten der Brücke parallel sind, und die lange Jahre bereits ohne irgend eine Spur eines Risses gestanden hat, vermuthet aber, dass in ihr eine starke Verankerung von Eisen liege.

Eine schiefe, aber kleine Brücke dieser Art über den Bicheretbach bei Lagny giebt auch Perronet in seinem Werke über Brückenbau an, ohne jedoch in die Construction näher einzugehen, als durch Verweisung auf zwei Kupfertafeln, die indess über die Specialitäten nur geringe Auskunft geben. Die Spannung des Bogens ist nur 9 Fuss, die Länge zwischen den Häuptern 11 Toisen. Das Gewölbe ist im Schlusssteine 1 Fuss 10 Zoll stark. Der Winkel, den die Achse mit der darüberliegenden Strasse macht, ist 45°.

Douliot in seinem Werke über „den Steinschnitt," Paris 1825, giebt ausführliche Construction von verschiedenartigen Grundformen schiefer Gewölbe an, aber in keiner liegen, auch nicht entfernt, die Elemente der neuern Constructionsweise.

Die Forderung an die Theorie bei Anlage einer schiefen Brücke würde immer sein: eine Form und Lagerung der Gewölbsteine anzugeben, wobei zur Bewirkung des Gleichgewichts dieser Steine unter sich sämmtliche Stoss- und Lagerfugen aufeinander und auf die Widerlagen in senkrechter Richtung drückten, sodann, dass die untern Fugenkanten alle vollkommen in die innere Gewölbfläche, den Intrados, fielen.

Man hat desshalb auf mancherlei graphische Methoden gesonnen, um wenigstens der ersten Forderung des senkrechten Drucks der Gewölbsteine auf die Fugenfläche zu genügen; dabei kommt aber die zweite Bedingung, Regelmässigkeit der Intradosalfläche, sehr in den Hintergrund. Es entstehen nämlich an dem spitzen Winkel des Gewölbes Höhlungen und an dem stumpfen Winkel Vorsprünge. Um diese Unregelmässigkeiten in Etwas zu beseitigen, muss statt der Ellipse der Stirnfläche eine Korblinie von grösserer Ausbauchung in den Schenkeln genommen werden. Uebrigens können bei dergleichen fast willkürlichen Annahmen die Formen der Wölbsteine nur durch Construction in kleinerem Massstabe auf dem Papiere erhalten und müssen dazu auf die Lehrbreter oder Bleche und Schablonen in's Grosse übertragen werden, um dem Steinhauer verständlich zu werden.

Es kann nicht fehlen, dass diess Verfahren, im Ganzen genommen, sehr complicirt wird und zu vielfältigen Fehlern Anlass giebt. Abgesehen davon, bleibt es doch immer ein lästiges Gefühl, wenn der Architekt sich scheuen muss, an seine Construction den

Massstab unwandelbarer statischer Gesetze zu legen, wenn ihm die Bürgschaft der Theorie, das sichere Vertrauen abgeht, dass in seinem Werke Stabilität unbedingt liegen muss.

Alle Verstärkung der Dimensionen, Uebermass und die ängstlichste Auswahl des Materials und alle noch zu Gebote stehenden Nothhülfen können ihm diess Bewusstsein nicht, wohl aber seinem Bau den Charakter der Plumpheit geben und eine unnöthige Verschwendung an Material und Arbeitskräften herbeiführen. Die allgemeinen statischen Gesetze liegen in der Natur so offen dar, dass selbst den Laien in der Architektonik bei dem Anblick, auch des massenhaftesten Baues, ein Gefühl von Unsicherheit befällt, wenn jene angewohnten Gesetze nicht aus dem Werke sprechen; während er sich dem schlanken Bau unsorglich vertraut, aus dem ihn diese Gesetze ahnungskräftig entgegentreten.

Alle bis zu der genannten Periode edirten Schriften über Brückenbau umgehen die Construction schiefer Brücken, die den Autoren nur in falscher Gestalt vorschwebten; oder erwähnen ihrer nur in wenig Worten. Die bereits erwähnte, diesen Gegenstand ausschliesslich behandelnde Schrift von John Hart (1845) war die erste, welche das neu aufgefundene System, sowohl theoretisch als practisch darlegte, wiewohl derselbe in dem Vorworte seiner Schrift unbefangen erklärt, dass er durch sie nur versucht habe, „einiges Licht über einen bis dahin noch wenig bekannten und verstandenen Gegenstand zu verbreiten.“ Unter den neuern ist die nachgenannte Schrift von Bashforth diejenige, welche am Ausführlichsten die wissenschaftlichen Details entwickelt und auch den practischen Gesichtspunct ausführlich in's Auge fasst. Deren Titel ist:

A practical treatise on the construction of Oblique Bridges with spiral and with equilibrated courses. By Francis Bashforth, M. A. fellow of St. Johns College, Cambridge. London, George Bell, 186, Fleet Street. 1850.

und eine Uebersetzung von Unterzeichneten ist im Jahre 1851 bei Voigt in Weimar erschienen und 1856 neu aufgelegt und mit Zusätzen bereichert worden.

Die bei dem Bau der Kösener Brücke den Practicanten officiell zugefertigte englische Schrift, welche ihre Arbeiten leiten sollte, verlangte eine Menge Schablonen, Lehrbreter und Richtmasse; wir haben aber gesehen, dass mit ihnen ein schlechtes Auskommen war. Diese Brücke wäre vielleicht mit allem diesen Schabloniren nicht zu Stande gekommen, oder hätte ihre überraschende constructive Schönheit und Sicherheit nicht erreicht, wenn nicht der geschickte Steinhauermeister und Bauunternehmer den ganzen Plunder von angefertigten Schablonen bei Seite geworfen und bloss mit Hülfe der Schmiegen und Quadranten gearbeitet hätte, wozu ihm freilich seine eigene Intelligenz und ein zuvor in bedeutendem Massstabe gefertigtes Modell behülflich sein musste.

Es würde die Grenzen der vorliegenden Schrift übersteigen, wenn wir hier in die Details eingehen wollten, welche der neuesten Contruction zu Grunde liegen; wir müssen daher auf die obengenannte Schrift von Bashforth in Original oder in Uebersetzung verweisen. In ihr sind das ganze System und die Mittel zur Ausführung getreu und verständlich wiedergegeben und zwar möglichst einfach, weil, begründet auf die Gesetze der beschreibenden Geometrie und zwar in empirischer Behandlung zu practischer Anleitung; dabei ist jedoch der Theorie in voller wissenschaftlicher Schärfe Genüge geleistet.

Hertel.

2. Die Semmering-Eisenbahn.

(Zu Seite 61.)

Die Semmering-Bahn, deren Namen von dem Semmering, einer hohlen und steilen Kuppe der steierischen Alpen entstammt, den sie auf der Wien-Gloggnitzer Bahn übersteigt, um sich nach Triest fortzusetzen, gehört unter die merkwürdigsten Viaducte neuerer Zeit. Namentlich hat sie Veranlassung gegeben, den Bau der Locomotiven in dem Grade zu vervollkommnen, dass deren Kraft stark genug wurde, um die Steile des Berges in solch einer beträchtlichen Länge zu überwinden.

Die Bahn geht von Gloggnitz über den Semmering nach Mürzzuschlag in einer Länge von $5\frac{1}{2}$ Meilen, hat aber von Gloggnitz bis zur Station Payerbach nur eine mittlere Steigung Steigung von 1 : 117, wesshalb als die eigentliche Gebirgsbahn bloss die Strecke von Payerbach nach Mürzzuschlag angenommen wird. Die Bahn geht von Payerbach in einer mittlern Steigung von 10 : 468 zur nächsten Station Eichberg; von Eichberg nach Klamm ist die Steigung 10 : 400; von Klamm nach Breitenstein 10 : 476; von Breitenstein nach Semmering 10 : 540.

Von da aus fällt die Bahn nach Passirung des 755 Klafter langen Haupttunnels nach Spital mit einem mittleren Gefälle von 10 : 509 und von Spital nach Mürzzuschlag mit einem mittleren Gefälle von 10 : 500. Die mittlere Steigung von Payerbach nach Semmering ist 10 : 470, jene von Mürzzuschlag nach Semmering 10 : 500, und der Stationsplatz Semmering liegt um 212 Klaftern höher als Payerbach.

Auf der, nach Ausscheidung der Stationsplätze 9975 Klafter langen Strecke von Payerbach nach Semmering sind die Steigungen wie folgt, vertheilt:

auf	4411,6	Klafter, die Steigung *)	1 : 40
–	2825,5	– – –	1 : 45
–	603,8	– – –	1 : 50
–	802,5	– – –	1 : 60
–	171,0	– – –	1 : 80
–	983,8	– – –	1 : 100
–	86,9	– – –	1 : 200
–	90,0	–	horizontal.

Die Schwierigkeit der Bahn liegt aber nun nicht allein in den starken Steigungen, welche selbst in den Tunnels vorkommen, sondern vorzüglich in den scharfen Krümmungen. In den Tunnels kommen Steigungen bis 1 : 45 vor, und nur der Haupttunnel hat eine Steigung von 1 : 300. Die Curven der Bahn von 100 bis 150 Klafter Radius wechseln continuirlich; so besteht die Strecke von Payerbach nach Eichberg aus 15 Contrecurven von 100 bis 150 Klafter Radius in der Gesammtlänge von 1700 Klaftern, zwischen welchen die geraden Bahnstrecken von zusammen 1134 Klaftern liegen.

Von Eichberg nach Klamm ist die ungünstigste, 1895 Klaftern lange Strecke. Die ganze Strecke hat eine Steigung von 1 : 40 und besteht aus 14 Contrecurven von 150 Klaftern Radius und einer Gesammtlänge von 1383 Klaftern, welche durch einzelne gerade Bahnstücke von 20 bis 40 Klaftern Länge verbunden sind.

Von Klamm nach Breitenstein kommen 16 Bogen, fast alle von einem Radius von 100 Klaftern vor, welche zusammen die Bahnlänge von 1630 Klaftern ausmachen. Aehnlich ist die Strecke von Breitenstein nach Station Semmering.

*) Die Klafter zu 6 österreichische Fuss, deren 1 = 0,316 Meter.

Günstiger ist die Strecke von Mürzzuschlag bis zur Wasserscheide; denn obgleich auch hier Steigungen von 1 : 42 vorkommen und die mittlere Steigung dieser Strecke von jener von Payerbach nach Semmering nicht viel verschieden ist, so sind doch die geraden Strecken vorherrschend und auf 6549 Klaftern Bahnlänge entfallen 4636 Klaftern auf die gerade und bloss 1913 Klaftern auf die mit sanften Bogen von 200 bis 500 Klaftern Radius versehene Bahn.

Diess giebt sich auch bei der Befahrung der Semmeringbahn auffallend zu erkennen, indem die Leistung der Locomotive auf der Strecke von Mürzzuschlag nach Semmering mindestens 25 Procent grösser, als jene von Payerbach nach Semmering angenommen werden kann.

Die Entfernung einer Station von der andern, von Wasserkrahn zu Wasserkrahn gemessen, ist:

von Payerbach	nach	Eichberg . . .	0,817	Meilen
– Eichberg	–	Klamm . . .	0,537	–
– Klamm	–	Breitenstein . .	0,697	–
– Breitenstein	–	Semmering . .	0,759	–
– Semmering	–	Spital . . .	0,944	–
– Spital bis zur Einfahrt in die Station Mürzzusschlag . . .			0,816	–
		Zusammen	4,570	Meilen.

Die zehn Locomotiven, welche die Bahn befahren, sind von der Maschinenfabrik Esslingen, nach dem System des W. Engerth geliefert. Sie sind sämmtlich vollkommen gleich, mit 3 Achsen und 6 gekuppelten Rädern von 3 Fuss 6 Zoll Durchmesser. Die Dampfcylinder haben 18 Zoll Durchmesser und 23 Zoll 2 Linien Kolbenhub. Das ganze Gewicht der ausgerüsteten Locomotive incl. Tender beträgt 1002 Wiener Centner (à 56 Kilogr.), welches auf 5 Achsen vertheilt ist.

Die Erfahrung von acht Monaten hat bei der vorgeschriebenen Geschwindigkeit von zwei Meilen folgende Resultate gegeben; es ziehen die Locomotiven:

bei der ungünstigsten Witterung, heftigem Wind und Schneegestöber . .	2000	Centner,
bei mittlerer Witterung	2500	–
bei ganz schönem Wetter . . .	3000	–

Bruttolast von Payerbach nach Semmering ziehen, mit einer mittleren Dampfspannung im Kessel von 90 Wiener Pfund auf den

Quadratzoll. Der Holzverbrauch dabei ist durchschnittlich ½ Klafter pr. Zeitstunde.

Auf der Bahnstrecke von Gloggnitz nach Payerbach mit einer durchschnittlichen Steigung von 1 : 117 ziehen diese Locomotiven mit zwei Meilen Geschwindigkeit 7500 Centner Bruttolast.

Es ist die Vorrichtung angebracht worden, dass alle zehn Räder gekuppelt und dergestalt das ganze Gewicht zur Adhäsion nutzbar gemacht werden kann.

Die Leistung der Locomotiven wird durch diese Kuppelung bedeutend vermehrt; die Locomotive „Lanau" zog zum Oeftern mit zwei Meilen Geschwindigkeit von Payerbach nach Semmering 3300 Centner und von Mürzzuschlag nach Semmering 3700 Centner, sonach gegen 7- bis 800 Centner mehr.

Nähere detaillirte Auskunft giebt die Schrift: „Die Locomotive der Staatseisenbahn über den Semmering von W. Engerth;" Wien, Gerold und Sohn.

3. Die Göltzschthalbrücke.

(Zu Seite 61.)

Im Ganzen beträgt das Mauerwerk des Göltzschthal-Viaducts 746706 Cubikellen *), wovon 265609 Cubikellen Sandstein- und Granitquader und Platten, 394445 Cubikellen Ziegelmauerung (dazu nahe an 20 Millionen Ziegel) und 86652 Cubikellen Bruchsteinmauer. Es waren erforderlich 124790 Scheffel (à 4,62 Cubikfuss, 1 Dresdner Scheffel = 106,358 Litres) Kalk, 94053 Cubikellen Grubensand, 17381 Cubikellen Alaunschiefersand und 61013 Cubikellen Alaunschiefer- und Ziegelmehl. Sämmtliches Mauerwerk ist lediglich durch Mörtel, ohne Beihülfe von eisernen Klammern und Ankern verbunden.

*) 1 sächsische Elle = 0,56638 Meter.
1 „ Cubikelle = 0,18165 Cubikmeter.

Kostenberechnung der Göltzschthal-Ueberbrückung.

	Thlr.	Ngr.	Pf.
Sandstein mit Granitmauerwerk 265609 Cubikellen, excl. Mörtel und Arbeitslohn à 3,624 Thlr.	961622	25	3
Ziegelmauerwerk 394445 Cubikellen, excl. Mörtel und Arbeitslohn à 0,713 Thlr.	281325	12	5½
Bruchsteinmauerwerk 86652 Cubikellen, excl. Mörtel u. Arbeitslohn à 0,387 Thlr.	33513	24	4½
Cement und Kalkmörtel pro Cubikelle Mauerwerk durchschnittlich 5,77 Ngr.	145505	1	½
Maurer- und Handlangerlöhne pro Cubikelle Mauerwerk durchschnittlich 8,365 Ngr.	211079	29	6
Zimmerlöhne und Rüstung (585000 laufende Ellen Holz von durchschnittlich 9 bis 10 Zoll Stärke)	255911	28	4½
Baugeräthe, Maschinen, Transportmittel, Eisen	96074	17	9½
Fundamentirungsarbeiten	93664	5	3½
Besoldungen	24899	2	—
Insgemein	96277	—	5
Summa	2199873	26	2

Eine Votivtafel an der innern Seite der Ballustrade dieses Viaducts enthält das Motto:

Frugiferos celerit motus immobilis ipse.

(Selbst unbeweglich, möge sie nutztragende Bewegungen beschleunigen.)

Ihr gegenüber befindet sich eine zweite Votivtafel mit der Inschrift:

Deo juvante auspiciis Friderici Augusti regis, patris patriae pons hicce fundatus die 31. maii a. 1846. Inauguratus die 15. juli a. 1851;

welche sich auch an der Elsterbrücke befindet.

4. Die Elsterthal-Ueberbrückung.

(Zu Seite 64.)

Das Baumaterial betreffend, so sind die Fundamente aller mittleren Pfeiler der ganzen Brücke, die Sockel, alle Abdeckungsplatten, sowie die Pfeiler selbst bis zur Plattenabdeckung der untersten 12½elligen Gurtpaare von Granit, die Landmauern von Bruchsteinen, die Pfeilervorköpfe von Bruchsteinen mit Granitplatten verblendet, alles übrige Mauerwerk der Pfeiler und die Ueber- und Hintermauerung der Bögen aber von Ziegeln hergestellt.

In der zweiten Etage sind die Gründungen der beiden Landpfeiler, die Ueber- und Hintermauerungen der von diesen eingeschlossenen Bögen, die äussersten Landpfeiler und die Sockel der inneren von Bruchsteinen; alle Sockel, Tragbögen, Deckplatten der Perrons und Ballustraden und die Hauptgesimse von Granit; alles übrige Mauerwerk aber ebenfalls von Ziegeln ausgeführt.

Jede Ballustrade besteht aus einer 20 Zoll hohen, 1½ Elle breiten Perronplatte von Granit, auf der eine 12 Zoll starke, 1⅚ Elle hohe Ziegelbrustwehr steht; letztere hat eine 8 Zoll starke Granitplatte zur Abdeckung, so dass die Totalhöhe der Ballustrade 3 Ellen ist.

Um die Brücke etwa vorkommender Reparaturen halber möglichst vielseitig beobachten zu können, sind der Längenrichtung nach Pfeileröffnungen angebracht. Ueberdem besitzen aber die Ziegelpfeiler, der Materialersparniss halber, über diesen Etagenöffnungen noch drei (bei der Göltzschthalbrücke fünf) über einander stehende, 3 Ellen weite und hohe und mit einem einelligen Kreisbogen überspannte Durchgänge, welche auf beiden Seiten durch 6 Zoll weit zurückgesetzte und mit Luftzugöffnungen versehene Schilde verblendet worden sind.

Im Ganzen beträgt das Mauerwerk der Elsterthalbrücke 331263 Cubikellen und enthält 118762 Cubikellen Granitmauerwerk (incl. 6779 Cubikellen Platten), 171917 Cubikellen Ziegelmauerwerk (wozu 12323294 Stück Ziegel verwendet worden) und 40583 Cubikellen Bruchsteinmauer. Es waren erforderlich 45353 Scheffel Kalk, 49301 Cubikellen Sand und 13305 Cubikellen Alaunschiefer- und Ziegelmehl als Mörtelzuschlag.

Kostenberechnung der Elsterthal-Ueberbrückung.

	Thlr.	Ngr.	Pf.
Granitmauerwerk 118762 Cubikellen, excl. Mörtel und Arbeitslohn, à 3,497 Thlr.	415248	14	—
Ziegelmauerung 171918 Cubikellen, excl. Mörtel und Arbeitslohn, à 0,7801 Thlr.	134116	19	6
Bruchsteinmauerung 40583 Cubikellen, excl. Mörtel und Arbeitslohn, à 0,427 Thlr.	17428	5	8
Cement- und Kalkmörtel pro Cubikelle Mauer durchschnittlich 5,13 Ngr.	58845	23	2
Maurer- und Handlangerlöhne pro Cubikelle Mauerwerk durchschnittlich 8,161 Ngr.	93577	—	2
Rüstung und Zimmerlöhne (336000 laufende Ellen Holz von durchschnittlich 10 und 12 Zoll Stärke)	158228	7	3
Baugeräthe, Maschinen, Transportmittel, Eisen	38193	13	7
Fundamentirungsarbeiten	57774	16	8
Besoldungen	20787	7	3
Insgemein	48747	22	7
Summa	1042893	10	6

Die Ueber- und Hintermauerungen in den Pfeilern sind nur bis zu 45° massiv fortgeführt, letztere aber von da an mit zellenförmigen Räumen, sogenannten Spanntrillen, versehen.

Die Sohle der hohlen Räume hat angemessenes Gefälle nach den in den Granitbögen eingewölbten Ausgusssteinen, damit alles eindringende Wasser schnell daraus abgeführt werde. Durch von der Planie ausgehende und mit Deckplatten und Fallthüren dicht verschliessbare Oeffnungen ist in die Spanntrillen zu gelangen und zu deren Austrocknung sind noch Luftzuglöcher angebracht worden.

Ueber den Spanntrillen liegt ein Ziegelpflaster von dreizölligen Klinkern, die mit rothem Mörtel gut verstrichen worden sind.

Zur Beschotterung der Brücke ist Kiess mit einer Schicht von Granitknack für die Bettung der Holzschwellen verwendet. Im Mittel der Beschotterung ist längs der Brücke ein 12 Zoll breiter, mit groben Steinen gefüllter und mit Gefälle nach den

Sickercanälen der Ausgüsse in den Gewölbscheiteln versehener Sickercanal angelegt.

Um Zeit des Erbauens und Namen der Baumeister der Nachwelt zu überliefern, sind an den Aussenseiten, nahe unter den Ballustraden Votivtafeln eingesetzt. Die Füllung dieser Tafeln besteht aus Granitquadern, die als Binder und Läufer über einander liegen und die Buchstaben 4 Zoll vorspringend ausgearbeitet enthalten. Eine solche Votivtafel ist 9½ Elle lang, 4 Ellen 21 Zoll hoch, incl. der 10 Zoll breiten Kranzeinfassung, von Gattendorfer Marmor. Die Schrift ist 1 Elle hoch, die Breite der Grundstriche der Zahlen 7½ Zoll, die der Buchstaben 6 Zoll, die der Haarstriche 2 Zoll.

5. Viaduct über den Rhone zwischen Beaucaire und Tarascon.

Dieses schöne Werk, welches die Gesellschaft der Marseille-Avignon-Eisenbahn zur Herstellung der sehr wichtigen Verbindung mit den Bahnen des Gard-Departements zwischen Beaucaire und Tarascon über den Rhone erbauen liess, wurde am 17. Juli 1852 den Proben unterworfen und kurz nachher dem Verkehr übergeben.

Diese Brücke oder Viaduct überschreitet den Rhone auf sieben halbkreisförmigen Bogen von Gusseisen, jeder von 60 Meter (191 rheinländ. Fuss) Spannung, welche Bogen auf colossalen steinernen Pfeilern von 73 Fuss Höhe und 30 Fuss Dicke ruhen. Solcher Pfeiler sind sechs.

Jeder einzelne Bogen oder Brückengewölbe wird gebildet durch acht eiserne Bogenrippen von 1,70 Meter Höhe, die unter sich je um 1,27 Meter abstehen. Eine solche Rippe ist wieder aus einer Anzahl auf's Genaueste gearbeiteter, fest verbolzter und verschraubter Theile zusammengesetzt. Diese Bogenrippen sind sodann auf das Sorgfältigste durch Quer- und Zwischenglieder unter sich verbunden, so dass das Ganze ein mächtiges, äusserst compactes Gewölbe bildet, wo, wie in einer Steinwölbung, jeder einzelne Theil gleichsam solidarisch für die Haltbarkeit des Ganzen haftet. Solcher Gewölbe hat die Brücke, wie erwähnt, sieben. Ueber sie hinweg geht die über 9 Meter breite Fahrbahn, gebildet durch ein auf dem eisernen Bogen ruhendes, durch eine dichte Blechdecke geschütztes Holzwerk, auf diesem die 2½ Fuss dicke Kies- und Erdbedeckung, in welche die Schwellen der beiden, über die Brücke führenden Schienengleise eingelegt sind.

Die ganze Arbeit dieser Gewölbe ist eine musterhafte zu nennen. Unter den Proben, denen sie unterworfen wurden, bestand die eine darin, dass zwei Züge, jeder von fünf gekuppelten Locomotiven gebildet, gleichzeitig im Frontmarsche über die Brücke sausten, und es wurde dabei in keinem ihrer Theile eine bedeutendere Erschütterung wahrgenommen, als diess auf ganz steinernen Brücken bei'm Befahren mit gewöhnlichen Trains der Fall ist. Die zur Construction der Gewölbe verwendeten Gussstücke wurden sämmtlich von einer der ausgezeichnetsten Giessereien von Faurchambault im Nièvre-Departement geliefert.

Folgendes sind einige Details über die für die Festigkeit der Brücke nicht minder wichtigen Pfeiler. Sie sind aus Mauerwerk von den bereits angegebenen Hauptdimensionen aufgeführt. Ihr von zwei Reihen festgestossener Pfähle umgebenes Fundament besteht aus behauenen Felsblöcken, von denen jeder ein Gewicht von mindestens 120 Centnern hat, die auf Béton ruhen. Die Umpfählung wird durch eine rings mittelst roher Felsstücke angelegte Böschung noch besonders beschirmt. Zu Herstellung der Fundamentirung, Einrammen der Pfähle, Ausbaggerung und Ausschöpfen der Wasserstuben, Bewegung der Steinmassen wurden mächtige Dampfmaschinen angewandt.

Jeder Pfeiler erforderte 1750 Cubikmeter behauener Steine, Granit und Kalkstein und 1400 Cubikmeter Mauerwerk von Bruchsteinen. Die eigentliche Ueberbrückung beigerechnet, drückt ein solcher Pfeiler mit einem Gewichte von 11000 Tonnen (428000 Centner) auf seine Basis.

Die Kosten von einem dieser Pfeiler beliefen sich im Durchschnitt auf 350000 Fr.; die Kosten des ganzen Baues werden auf 6 Millionen Franken berechnet; wovon jedoch 300000 Frcs. auf zufällige Naturhindernisse kommen.

Die Anlage dieser prachtvollen Brücke, die sowohl durch die Kühnheit ihrer Wölbungen, wie durch die berechnete und gelungene Anwendung des Eisens in den Annalen des Brücken- und Eisenbahnbaues Epoche zu machen bestimmt sein möchte, wurde geleitet durch die Staats-Ingenieure Talabot und Desplaces. Ihr Bau begann im Jahre 1845 und wurde erst 1852 beendet; doch fand während länger als einem Jahre (1848—1849) eine völlige Unterbrechung der Arbeiten Statt.

Von der Höhe dieses Viaducts erschliesst sich den Blicken des Reisenden eine wundervolle Aussicht. Rechts und links die Schlösser von Beaucaire und Tarascon, zu ihren Füssen die beiden gleichnamigen Städte, das stolze Gebäude der Brücke selbst unter sich, lässt er den Blick über den mächtigen Strom, über die gedehnten schönen Gefilde, da der Provence, dort des Languedoc, schweifen, und sofort dringt das Auge bis zu den Gipfeln der Seealpen, dort der Cevennen, die nach Ost und West in weiter Ferne den blauen Horizont begrenzen.

6. Der hängende Aquäduct über den Alleghanyfluss bei Pittsburg*).

Dieses grossartige Bauwerk befindet sich am westlichen Ende des Pennsylvan-Canals und wurde von dem Ingenieur John A. Röbling entworfen und ausgeführt. Derselbe übernahm die Beseitigung des alten desolaten Bauwerks, die Reparatur der Brükkenpfeiler, Brüstung und Fundamente und die Aufführung des neuen Baues für die Summe von 62000 Dollars, eine Summe, die als höchst billig erkannt werden muss für ein Werk von solcher Ausdehnung und Anlage, wie sich denn überhaupt das Werk als ein in der That kühnes und gewagtes, aber wohlgelungenes in allen seinen Theilen zu erkennen gegeben hat.

Die Wegschaffung des alten Baues wurde im September 1844 begonnen, und bereits im Mai 1845 konnten Boote den neuen Canal passiren.

Das ganze Werk besteht aus 7 Jochen, jedes zu 160 Fuss Weite von Pfeilermitte zu Pfeilermitte.

Das Wasserbett (der eigentliche kastenförmige Canal) ist 1140 Fuss lang, unten 14, oben 16½ Fuss breit, 8½ Fuss tief.

Der Boden, sowie die Seitenwände dieses kastenförmigen Bettes bestehen aus einer doppelten Lage 2½zölliger tannener Bohlen. Die beiden Bohlenlagen (und darin liegt eine der Eigenthümlichkeiten dieses Bauwerks) liegen diagonal, d. h., nicht parallel mit der Längenausdehnung des Canals und ebensowenig rechtwinkelig darauf, sondern unter einem Winkel von 45° gegen dieselbe, und die eine Lage unter einem rechten Winkel gegen die andere zu ihr gehörige, so dass auf diese Weise ein kreuzartiger, die grösste Dichtheit und Festigkeit gewährender Holzverband besteht.

Der Boden des Kastens ruht auf doppelten, mit einander gekuppelten Querschwellen, die immer 4 Fuss von einander entfernt sind. Zwischen den beiden einzelnen Schwellen jedes Paares sind die Ständer, welche den Seitenwänden zur Unterstützung dienen, und welche wir Kastenständer nennen wollen, mit schwalbenschwanzförmigen Zapfen eingelassen und durch Bolzen noch befestigt; die äussern Ständer, welche zur Unterstützung des Fuss- und Zug- oder Leinpfades dienen, sind nach Auswärts geneigt und mit den Querschwellen in ähnlicher Weise verbunden.

Jeder Kastenständer wird durch zwei Riegel von 2½ bis 10 Zoll gestützt und wird mit den äussern, zur Unterstützung des Fusspfades dienenden Ständern durch einen doppelten Querbalken von 2½ bei 10 Zoll verbunden. Die Kastenständer sind oben 7 Zoll im Quadrat und am Fusse 7 bei 14 Zoll. Die Querschnitte sind 27 Fuss lang und 16 bei 6 Zoll dick, der Zwischenraum zwischen den zwei einzelnen Schwellen jedes Paares beträgt 4 Zoll. Jedes Paar der Querschwellen hängt an einem Paar runder Eisenstangen von 1½ Zoll Durchmesser; die Eisenstangen sind unten steigbügelförmig gebogen und umfassen auf diese Weise die Querschwellen; oben dagegen sind die Stangen vermittelst eines gusseisernen sattelförmigen Stückes an der eisernen Hängeschiene, an welcher der ganze Canal aufgehängt ist, befestigt.

Die Enden des Canals liegen fest auf dem Mauerwerk, welches hier als Fundament für die Tragpfeiler des eisernen Hängewerks errichtet ist. Diese Tragpfeiler oder Pyramiden, welche aus drei Blöcken von hartem und festem Sandstein errichtet sind, reichen fünf Fuss über die Ebene des Fuss- oder Leinpfades und sind oben 3 bei 5 Fuss und unten 4 bei 6½ Fuss stark. Der Fuss- oder Leinpfad ist 7 Fuss breit, während zwischen den Pfeilern nur 3 Fuss Raum für den Fuss- oder Leinpfad übrig bleibt; diese Beschränkung des Fusspfades an dieser Stelle war nöthig, um die Aufhängung des ganzen Canals möglichst dicht an dem Wasserbette selbst bewirken zu können. Die daraus erwachsene Inconvenienz kommt nicht in Betracht gegen die dadurch gewonnene Festigkeit und Sicherheit des ganzen Bauwerks.

Die Drahttaue, welche die Hauptträger des ganzen Bauwerks bilden, sind zunächst dem Wasserbette aufgehängt; jedes derselben ist genau 7 Zoll im Durchmesser, durchaus fest und

*) Nach dem Berliner Gewerbe-, Industrie- und Handelsblatt.

fehlerlos und besteht in seiner ganzen Länge von 1175 Fuss von Ufer zu Ufer des Alleghanyflusses aus einem ganzen Stücke, welches aus 1900 einzelnen Drahtfäden von $\frac{1}{8}$ Zoll Dicke zusammengewunden ist. Dabei ist die grösste Sorgfalt auf eine möglichst gleiche Spannung und Tragfähigkeit der Drähte in allen einzelnen Theilen verwendet worden. Der Oxydation hat man dadurch vorzubeugen gesucht, dass man jeden einzelnen Drahtfaden für sich mit einem Firniss überzogen und dann das ganze Drahtseil noch mit einer Hülle umgeben hat. Diese Hülle besteht aus einem gleichfalls mit Firniss überzogenen Drahte, der auf das Genaueste mittelst einer Maschinerie, eine Windung neben der andern, herumgewickelt ist. Ein in dieser Weise hergestelltes Drahtseil hat das Ansehen eines vollkommen massiven Cylinders, den es aber an Festigkeit bei Weitem übertrifft, und zwar ist es hierbei nicht allein die um Vieles grössere Elasticität und Biegsamkeit, die es fähig machen, gewaltige und wiederholte Vibrationen zu ertragen, und so diese Construction auch vorzugsweise für den Eisenbahnbrückenbau empfehlenswerth machen.

Die Enden des Drahtseiles sind mit starken Ankerketten verbunden, die in gekrümmten Linien durch grosse Massen von Mauerwerk geleitet sind und deren letzte Glieder eine verticale Richtung haben. Die Glieder, aus welchen diese Ketten gebildet sind, haben $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Stärke und verschiedene Längen von 4 bis 12 Fuss; sie sind aus Kesselblechabgängen geschmiedet und bestehen jedes aus einem Stück ohne Schweisse; die letzten Glieder sind ausserdem an schweren Eisenplatten von 6 Fuss im Quadrat befestigt, welche letztere durch ein Mauerwerk von 700 Perches belastet werden. Die Festigkeit dieses Theils der Construction ist überreichlich, indem der Widerstand, den die Verankerung gewährt, zweimal so gross ist, als die absolute Festigkeit, zu welcher das Drahtseil belastet werden darf.

Wir stellen hier nun noch einige Abmessungen und sonstige Angaben zusammen, woraus weiter die Originalität der Idee, nach welcher dieser Plan ausgeführt ist, sowie dessen grosse Vorzüge, die in ausserordentlicher Festigkeit, Sicherheit, Dauerhaftigkeit und verhältnissmässiger Wohlfeilheit der Ausführung bestehen, klar werden wird.

Die Länge des Aquäducts beträgt 1140 Fuss; die Länge des Drahtseils ohne Ankerwerk 1175 Fuss; Länge des Drahtseils und der Ankerketten zusammen 1283 Fuss; Durchmesser des Drahtseils 7 Zoll; Gewicht beider Seile zusammen 110 Tons (2200 Centner); Querschnitt des Wassers im Canale bei 4 Fuss Höhe 59 Quadratfuss; Gewicht des gesammten Wassers in dem Canale 2100 Tons (42000 Centner); Gewicht des Wassers von einem Joch zum andern 295 Tons (5900 Centner); Gesammtgewicht eines Jochs mit allem Zubehör 420 Tons (8400 Centner); mittlerer Durchschnitt der Ankerketten, zusammen 72 Quadratzoll; grösste Senkung des Drahtseils 14 Fuss 6 Zoll; höchste Erhebung der Pyramiden über der Fundamentmauer 16 Fuss 6 Zoll; Gewicht des Wassers eines Jochs zwischen den Pfeilern 275 Tons (5500 Centner); Spannung des Drahtseils, welche aus diesem Gewichte resultirt, 392 Tons (7840 Centner); Spannung eines einzelnen Drahtes 206 Pfund; höchste absolute Festigkeit des Drahtseils 2090 Tons (41800 Centner); mittlere absolute Festigkeit eines einzelnen Drahtes 1100 Pfund; Spannung auf einen Quadratzoll Querschnitt des Drahtseiles 14800 Pfund; Spannung auf 1 Quadratzoll Querschnitt der Ankerkette 11000 Pfund.

7. Die ägyptische Eisenbahn von Alexandria nach Cairo.

Die Bahn beginnt in Alexandria bei den grossen Magazinen am Hafen des Mahmudjeh-Canals und zieht sich dann eine Zeit lang in der Nähe dieses Canals auf der schmalen Erdzunge fort, welche sich zwischen den See'n Madger und Mareotis befindet. Ist diese passirt, so geht sie in südöstlicher Richtung, mit Berührung einiger Hauptorte und nach zweimaliger Uebersetzung des Nils, in einer aus wenigen Geraden zusammengesetzten Linie bis Cairo

Die Steigungsverhältnisse sind natürlich die günstigsten, da Cairo nur etwa 40 Fuss über dem mittelländischen Meere liegt und das Delta eine fast vollkommene Ebene bildet. Die Höhenlage der Bahn wird daher nur durch die Inundationshöhe des Nils bestimmt, wodurch eine durchsschnittliche Aufdämmung von 8 bis 10 Fuss entsteht.

Die Planie ist durchgängig für zwei Geleise angelegt, der Oberbau der Bahn ist nach dem Greave'schen System hergestellt, wonach statt der Quer- oder Langschwellen hohle Halbkugeln von Eisen mit angegossenen Schienenstühlen in Anwendung kommen.

Die Schienenstösse haben Laschen, und um das, wegen der Bolzenlöcher besonders unangenehme Abhauen der Schienen in den Curven zu vermeiden, hat man ausser den Schienen von der regelmässigen Länge von 20 Fuss auch eine kleine Anzahl von 19 Fuss 10½ Zoll gegossen, welche in dem Zahlenverhältniss eingelegt werden, dass bei'm Curvenradius von ¼ englischer Meile die Anzahl der kurzen sich zu der Anzahl der langen wie 1 : 2 verhält. Im Allgemeinen werden immer soviel lange Schienen auf eine kurze eingelegt, als die achtfache Meilenlänge des Halbmessers beträgt, so dass bei, z. B., 4 englischen Meilen Radius 1 kurze Schiene auf 32 lange kommen.

Von den Kunstbauten sind nur zwei Nilübergänge, nämlich einer über den Arm von Rosette und der andere über den von Damiette zu bemerken.

Bei dem erstern ist eine feststehende Brücke aus localen Gründen nicht zulässig und es wird der Uebergang durch eine Dampffähre bewerkstelligt.

Zu diesem Behuf ist die Bahn auf beiden Seiten des Flusses vermittelst eiserner Piloten möglichst weit in das Flussbett hineingeführt, um den mit der Fähre zurückzulegenden Weg thunlichst zu verkürzen. Die Fähre besteht alsdann aus dem Maschinenraume und dem beweglichen Verdecke. Ersterer enthält eine grosse Welle, auf welcher die Leitketten aufgerollt werden, die den Gang der Fähre reguliren. Ein Theil des Verdeckes ist so gross, dass acht Wagen, je vier neben einander, Platz haben, ist durch einen Schraubenapparat in verticalem Sinne desswegen beweglich, um bei dem stark veränderlichen Wasserstande die Schienen der Fähre mit denen der Bahn in's Niveau zu bringen.

Der Uebergang über den Arm von Damiette erfolgt in der Nähe von Benha mittelst einer eisernen Brücke.

Die Fahrbahn dieser Brücke bildet ein System von 6 Fuss 6 Zoll hohen eisernen Röhren *(girders)*, welche auf gleichfalls eisernen Mittelpfeilern ruhen. Diese Mittelpfeiler bestehen aus je zwei Röhren von 7 Fuss Durchmesser, welche nach Art der Brunnen etwa 35 Fuss unter dem niedrigsten Wasserspiegel versenkt werden.

In der Mitte der Brücke befindet sich eine Drehvorrichtung, um der Schifffahrt freien Durchgang zu öffnen. Als Auflage für die geöffneten zwei Joche ist stromauf- und abwärts ein ähnlicher eiserner Pfeiler angebracht. Dieselben sind mit dem Drehpfeiler durch ein hölzernes Rahmenwerk verbunden, welches auf der Höhe des niedrigsten Wasserstandes liegt und die nöthige Stabilität bezweckt. Eine ähnliche Anordnung befindet sich auch bei demjenigen Pfeiler, welcher dem Drehpfeiler zunächst liegt und aus vier Röhren besteht. Auch hier steht ober- und unterhalb der Brücke ein isolirter und verrahmter Pfeiler, welcher gleichen Zweck erfüllt, wie die besprochenen. Zugleich ist durch diese festen Puncte wie durch Abweiser, für die durchfahrenden Schiffe die Fahrbahn genau bezeichnet und die Brücke vor Beschädigungen geschützt.

Der Bau ist von dem Ingenieur H. R. Stephenson meistentheils von London aus geleitet worden, der sich durch 16 englische Ingenieure (worunter der bekannte Swinburne) zur Stelle vertreten lässt. Von den gewöhnlichen Tagelöhnern und Handwerkern waren etwa 10000 bei'm Bau beschäftigt, die durch Militär scharf bewacht und alle Monate gewechselt wurden. Der Lohn war etwa 8 Kreuzer pro Tag und wurde zum Theil in Geld, zu einem Theile in Brod verabreicht. Die ganze Administration wird von Eingeborenen besorgt, sowie auch bei dem ganzen Bau, ausser den genannten Technikern, nur Inländer angestellt waren. Die Baukosten schätzt man auf eine Million, ohne die Betriebsmittel.

Das Material zu dem Bahnkörper wurde durch Seitengräben gewonnen, die Dämme haben zweimalige Böschung und setzten sich gegen ⅓. Dreitausend Arbeiter förderten in einem Tage 1200 Schachtruthen; der Erdtransport geschah durch halbkugelförmige Körbe von Palmblättern zu etwa 1 Cubikfuss Inhalt, welche die jüngern Arbeiter auf dem Kopfe oder Rücken trugen. Die Schaufel ist ein dort ganz unbekanntes Werkzeug.

8. Brückensystem des etc. Vergnais zu Lyon.

Ein ganz neues System von hängenden Brücken hat Herr Vergnais bei der Ueberbrückung des Lignon zu St. Etienne-le-Molard, im Loire-Departement, im Jahre 1852 angewandt, welches in dem *Moniteur industriel*, Nr. 1717, folgendermassen beschrieben wird.

Diese Brücke hat eine Oeffnung von 31 Meter (98,76 preuss. Fuss), eine Breite von 5,6 Meter (17,8 Fuss) und besteht aus zwei grossen gusseisernen Bögen, welche die Fahrbahn mittelst starker schmiedeeiserner Stäbe tragen.

Diese Bögen beginnen 2,2 Meter (7 Fuss) über dem Wasserspiegel, sind Kreisstücke von 30 Meter (95,6 Fuss Radius), welches bei einer Sehnenlänge von 31 Meter (98,76 Fuss) des innern Bogens (Intrados) eine Verstreckung von 35,87 Meter (114,3 Fuss) giebt. Der obere Bogen (Extrados) ist mit dem untern concentrisch und mit einem Halbmesser von 31,05 Meter beschrieben, so dass die Kränze der Bögen eine Höhe von 1,05 Meter (3,34 Fuss) haben. Sie sind in Wölbungen von 2,10 Meter mittlerer Länge abgetheilt, und ausserdem besteht jeder Bogen in seiner Dicke, welche 0,16 Meter (0,509 Fuss) beträgt, aus zwei ähnlichen Theilen, die symmetrisch über einander gelegt und durch Bolzen fest verbunden sind. Obgleich die Beschreibung es nicht erwähnt, so ist doch anzunehmen, dass die Verbindung der Wölbungen in einem Theile der Mitte der Wölbungen des andern entspricht, um die Steifigkeit des Ganzen wesentlich zu verstärken.

Die aus einem Stück geformten und gegossenen Wölbungen bestehen aus einem Rahmen mit Verstärkungsrippen, aus zwei einander tangirenden Kreisen und aus einer Traverse, die mit dem äussersten Bogen concentrisch ist. Um endlich die Schwankungen dieser grossen und dünnen Bögen in horizontaler Richtung möglichst zu hemmen, hat der Erfinder eine starke Verstärkungsrippe beigefügt, die auf der mittlern Traverse befestigt ist, und ausserdem sind von 6 zu 6 Meter gusseiserne Traversen zwischen den Bögen angebracht.

Diese Einrichtung, welche die eines gusseisernen Gewölbes ist, veranlasst einen sehr bedeutenden Druck gegen die Widerlager, die man daher so stark zu machen hat, dass sie demselben widerstehen können.

Ueber diesen Widerlagern sind vier Säulen von 1 Meter Stärke im Quadrat und von 5,6 Meter (17,18 Fuss) Höhe angebracht, welche den Zweck haben, die Schlussbögen von den vier Bogentheilen zu stützen, welche die Fahrbahn in dem Theile zwischen den Widerlagern und dem Hauptbogen tragen; sie unterstützen auch die Gewölbwinkel dieser letztern.

Die Fahrbahn besteht gänzlich aus Stücken von Guss- und Schmiedeeisen, welche 3 Centimeter (1,147 Zoll) von einander entfernte Stäbe tragen, über welche eiserne Bänder gelegt sind; über das Ganze ist eine 3 Centimeter starke Schicht von Asphalt gegossen, und auf dieser Decke ruht ein 15 Centimeter starkes Pflaster.

Das Ansehen einer solchen Brücke überzeugt sogleich von der Festigkeit des Ganzen, und die Bögen sind einer jederzeitigen Untersuchung zugänglich. Wir dürfen daher dieser Construction eine bedeutende Zukunft verheissen, besonders, wenn Erfahrung noch einige Verbesserung nöthig gefunden haben wird.

Der Erbauer dieser Brücke zu St. Etienne-le-Molard hat deren Tragkraft auf 2000 Kilogrammen (38,8 preuss. Centner) pr. Quadratmeter (also mit 3,8 Centnern pr. Quadratfuss) berechnet, so dass die ganze Fahrbahn eine Belastung von 347000 Kilogrammen (6744 Centner) getragen haben würde.

Die Prüfungsbehörden hielten jedoch diese Angaben für gewagt und legten bei ihren Untersuchungen nur den gesetzlichen Massstab für Kettenbrücken zu Grunde, welche 200 Kilogrammen pr. Quadratmeter, also zehnmal weniger als Norm festsetzen, als der Erfinder im Vertrauen auf die Tragfähigkeit seines Baues vorschlug.

Die Probe fand im Beisein der obersten Verwaltungsbeamten und vieler Ingenieure Statt, und da man es dem Unternehmer frei gestellt hatte, die Belastung zu erhöhen, so legte er auf den Quadratmeter 453 Kilogrammen (gegen 95 Pfund auf den Quadratfuss). Unter dieser Belastung senkte sich die Fahrbahn in der Mitte um 5 Centimeter (23 Linien), hob sich aber nach der Entfernung der Belastung wieder zu der anfänglichen Höhe empor. Kein Theil der Construction hatte gelitten.

Der Erfinder hofft sein System auf noch weit grössere Spannungen anwenden zu können. Er hat eine Brücke projicirt, welche die beiden felsigen Hügel, die zu Lyon das enge Saône-Thal einschliessen, verbinden soll. In der Perspective sehen die grossen Bögen wie ein vollständiger Regenbogen aus, der sich mit beiden Enden auf die Felsen stützt.

Die Ausführung dieser riesigen Unternehmung, auf die von Vergnais vorgeschlagene Weise, scheint sich allerdings bewerkstelligen zu lassen; man müsste sich aber vorher weit mehr, als bis jetzt geschehen, mit den Schwankungen der grossen dünnen Bögen, welche das Ganze tragen, beschäftigen, da heftige Winde auf so grosse Oberflächen, wenn sie noch so sehr durchbrochen sind, eine sehr bedeutende Einwirkung haben.

Wir rathen übrigens dem Erfinder die Anwendung einer, uns wichtig scheinenden Verstärkung, darin bestehend: die Fahrbahn mit den Bögen an den Puncten, wo sie sich in der Höhe befinden, möglichst zu verbinden, und so mittelst der starken, der

Länge nach laufenden Balken, welche die Bahn tragen, eine vollständige Steifigkeit hervorzubringen.

9. Ueber Anwendung des gewalzten Eisens zum Ersatz des Holzes bei Bauten.

Der nachfolgende verdienstliche Aufsatz findet sich in Förster's Bauzeitung und ist seiner allgemeinen Beziehung wegen nicht allein für den Landbaumeister, sondern auch für den Wasserbaumeister, dem der Bau von Brücken, Viaducten u. dgl. obliegt, von ausgezeichneter Wichtigkeit. Wir erlauben uns daher, ihn hier auszugsweise mitzutheilen und ihn den Lesern dieses Buches und den Technikern zu gründlicher Benutzung zu empfehlen. Wir können ihn als theoretische Einleitung zu den vom Ingenieur Martin ausgeführten, nachstehend beschriebenen Brükken betrachten.

Bis vor Kurzem stemmten sich der Anwendung des Eisens, an Stelle der Holzconstructionen, viel Schwierigkeiten entgegen. Zwar haben zahlreiche Versuche erwiesen, dass die rückwirkende Festigkeit des Eisens bedeutend grösser ist, als die des Holzes, oder, mit andern Worten, dass bei diesen beiden Substanzen, wenn sie unter gleichen Umständen dem verticalen Drucke (nämlich bei dem Holze auf den Querschnitt) ausgesetzt werden, die Widerstandsfähigkeit des Eichenholzes zu der des Eisens sich verhält, wie ungefähr 1 : 11.

Auf der andern Seite geht aus den Versuchen von Rondelet, Tredgold, Dupin, Napier u. A. hervor, wenn prismatische Körper von resp. Holz und Eisen, die mit ihren Enden auf Stützen gelegt und inmitten ihrer Länge belastet werden, die Elasticität dieser Körper bei dem Holze und bei dem Schmiedeeisen in dem Verhältnisse wie 1 : 20 steht, woraus folgt, dass die relative Festigkeit für einen Würfel von Eisen 11 Mal und bei einem prismatischen horizontal gelegten Körper von derselben Beschaffenheit ungefähr 20 Mal diejenige eines Würfels oder eines Eichenholzstückes beträgt.

Nun ist es begreiflich, dass es, wenn das in prismatische Stangen gewalzte Eisen ohne Vermehrung der Kosten bei den Dachstühlen unserer Bauten das Holz ersetzen soll, erforderlich wäre, dass die Preise bei den Materialien unter sich in demselben Verhältniss stehen müssten, als die resp. Widerstände derselben. Dieser Fall findet aber nicht Statt; da der durchschnittliche Preis des Zimmerwerks von neuem Eichenholze, bearbeitet und gerichtet, gegenwärtig pr. Stère ($32\frac{1}{10}$ preuss. Cubikfuss) 110 Fr., der von geschmiedetem Eisen aber für Dächer und Fussböden durchschnittlich 80 Fr. pr. 100 Kilogrammen oder 6230 Fr. 40 Cent. pr. Cubikmeter beträgt, so sieht man, dass die Preise dieser beiden Arten von Arbeiten nicht mehr in dem Verhältniss wie 1 : 11, oder wie 1 : 20, sondern wie 1 : 56 und 64 stehen, und dass es unter diesen Bedingungen nicht ökonomisch sein kann, das Holz durch Eisen zu ersetzen, das in prismatischen Stäben verwendet wird.

Für diejenigen Gegenden Deutschlands, wo der Zimmerverband grösstentheils durch Nadelhölzer hergestellt wird, deren Werth weit unter dem Eichenholze steht, tritt das Verhältniss noch weit ungünstiger auf.

Bei diesem Stande der Sachen waren es materielle Hindernisse, welche unüberwindlich erscheinen mussten und es auch wirklich lange waren. Diese Hindernisse bestehen heute nicht mehr. Da sich die Anordnung der prismatischen Form der Wahl zwischen dem Holze und dem Eisen widersetzte, so hat man darauf verzichtet. Die Hüttenmeister, welche sich anfänglich mit der Fabrication röhrenförmigen Eisens abgaben, erfanden neue Combinationen, die man als die Vollkommenheit selbst betrachten würde, wenn die Fortschritte Grenzen hätten.

So liefert jetzt die Hüttengesellschaft *de la Providence* dem Handel Winkeleisen, Fenstersprossenneisen, Eisen mit kreuzförmigem Querschnitt, halb T-förmiges, T-förmiges, doppelt T-förmiges, dreifach T-förmiges u. s. w. Eisen bis zu 130 Sorten, welche alle in Formen und Dimensionen verschieden, alle mit so grosser Sorgfalt gewalzt sind, dass ihr Querschnitt überall scharf und ihre Kanten so rein sind, wie auf dem Papier, welches dem Arbeiter als Modell diente. Es ist diess ein grosser Fortschritt, dessen Resultate für die Oekonomie der Bauten von unschätzbarem Werthe sind.

Von allen diesen Eisen sind, unserer Meinung nach, die vortheilhaftesten die doppelten und dreifachen T-Eisen, die man für Balken, Unterzüge, Riegel u. dgl. benutzt. Diese Eisen, welche wir „combinirte" nennen, gewähren bei ihren Querschnitten mehr Stabilität und Widerstand für ein und dasselbe Volumen, und sind ökonomischer zu verwenden, als die einfachen Stäbe mit rechteckigem Querschnitt; auch sind sie billiger herzustellen, als aus

Holz, was durch ein einziges Beispiel bewiesen werden kann. Nach Regnaud ist ein Stück Eichenholz von 6 Meter Länge, auf zwei Stützpuncte horizontal gelegt, bei einem Durchschnitt von 0,33 Quadratmeter in der Mitte seiner Länge fähig, eine Last von 2139,5 Kilogrammen zu tragen; dagegen ersieht man aus den folgenden Tabellen, dass eine doppelt T-förmige Stange Eisen von 6 Meter Länge, bei 0,16 Centimeter Höhe, ebenso gelegt, eine Last von 3000 Kilometer tragen könnte, ohne dass der Krümmungspfeil der Einbiegung 0,036 Meter überstiege.

Das Holzstück würde, das Stère zu 95 Frcs. berechnet, 62 Frcs. 7 Cent. kosten, während die 150 Kilogrammen wiegende Eisenstange, das Kilometer zu 0,30 Centim. berechnet, den Preis von 45 Frcs. nicht übersteigen würde.

Es werden also ausser dem geringen Preise noch die Vortheile erreicht, dass das Eisen bei bedeutend grösserem Widerstande anstatt 0,33 Meter eine Höhe von 0,16 Meter hat.

In folgender Tabelle sind die Resultate der zahlreichen Versuche enthalten, die über die Widerstandsfähigkeit der in Rede stehenden Eisen gemacht wurden.

I. Tabelle.

Resultate der Versuche über die Wiederstandsfähigkeit des Eisens von verschiedenen Tragweiten und bei einer gegebenen Belastung.

Höhe der doppelten Stäbe.	Gewicht der Stäbe pr. Meter.	Belastung in der Mitte der Länge der Stäbe.	Tragweite oder Entfernung der Stützpuncte.	Pfeil der Biegungscurve unter der Belastung.	Pfeil der Biegungscurve nach der Probe.
Meter.	Kilogr.	Kilogr.	Meter.	Millimeter.	Millimeter.
0,22	25,33	1000	1	2	—
0,22	25,33	1000	2	3	—
0,22	25,33	1000	3	4	—
0,22	25,33	1000	4	6	—
0,22	25,33	1000	5	8	—
0,22	25,33	1000	6	11	1
0,22	25,33	1000	7	17	1
0,22	25,33	1000	8	23	2
0,22	25,33	1000	9	34	2
0,22	25,33	1000	10	46	2

II. Tabelle.

Erhaltene Resultate als Widerstände von Eisen verschiedener Tragweite und bei gegebener Belastung.

Gewicht und Dimensionen der erprobten Stäbe.			Versuche mit der Belastung in der Mitte der Stäbe.		Versuche mit gleichmässig vertheilter Belastung.	
Höhe der Stäbe.	Gewicht der Stäbe pr. laufenden Meter.	Tragweite der Stäbe.	Gewicht der Belastung.	Krümmungspfeil der Curve.	Gewicht der Belastung.	Krümmungspfeil der Curve.
Meter.	Kilogr.	Meter.	Kilogr.	Millim.	Kilogr.	Millim.
0,12	15	4	3000	21	3000	17
0,12	15	6	2000	52	3000	48
0,12	15	8	2000	132	3000	134
0,12	15	10	1000	150	2000	202
0,14	20	4	3000	20	3000	12
0,14	20	6	3000	52,5	3000	31
0,14	20	8	2000	92	3000	74
0,14	20	10	2000	182	3000	184
0,16	25	4	3000	8	7000	20
0,16	25	6	3000	36	7000	62
0,16	25	8	3000	83	6000	114
0,16	25	10	3000	198	4000	150
0,22	40	4	5000	12	7000	12,5
0,22	40	6	5000	26	7000	28
0,22	40	8	4000	42	4000	32
0,22	58	7,5	—	—	10000	—

Bei diesen Versuchen waren die auf die Stützpuncte gelegten und nicht befestigten Balken gekuppelt und verbolzt, um der auf sie zu legenden Belastung mehr Lager zu verschaffen.

Die Gesellschaft der Hütten *de la Providence* hat auf dem Quai Jemappes in Paris eine grosse Niederlage angelegt, in welcher fortwährend mehr als zwei Millionen Kilogrammen ihrer Erzeugnisse vorräthig sind.

Aus einer etwas früheren Zeit stammen die zahlreichen Brükkenbauten von Hammerblech des Ingenieur Martin, welche die London- und North-Western-Eisenbahn mit den Ost- und Westindia-Docks verbinden.

Sie haben im Wesentlichen wenig Abweichung unter einander und wir geben hier die Zeichnung und Beschreibung von einer derselben, deren Bestimmung ist, die Eisenbahn über Randolph-

street, Camden-Town zu führen. Das System der Verbindung nähert sich bereits den T-Eisen, welche etwas später in Anwendung gekommen sind, beschränkt sich jedoch mehr auf ⊔-Eisen. Wir theilen die Beschreibung nach dem *Civil-Engineers- and Architect-Journal* mit.

Die Construction beruht im Wesentlichsten in zwei seitlichen Tragebalken, deren jeder aus $\frac{8}{11}$ Zoll starkem Hammereisen (Blech) besteht und 71 Fuss lang, 6 Fuss 7½ Zoll hoch ist. Die einzelnen Tafeln sind auf der lothrechten Fuge des Zusammenstosses mit einem 5 Zoll breiten Streifen überdeckt, der mittelst ¾zölliger Niete in dreizölligem Abstande die Bleche vereinigt. Die Kopf- und Bodenplatten sind mit den senkrechten Tragebalken durch 3 Zoll breites Winkeleisen und ¾zöllige Niete vereinigt. Die Bodenplatte ist 2 Fuss 8 Zoll breit und aus $\frac{5}{16}$ Zoll dicken Blechen von 8 Fuss Länge so zusammengesetzt, dass die Verbindungsstreifen 6 Zoll breit über die Fuge greifen. Die äussere Kante ist 1 Zoll abwärts gebogen, um den Ablauf des Wassers zu befördern.

Die gewölbte Kopfplatte ist im Bogen 2 Fuss 8 Zoll breit und, die drei Mittelplatten ausgenommen, welche ⅜ Zoll dick sind, $\frac{5}{16}$ Zoll stark. Sie hat eine Bogenhöhe von 5 Zoll; die Bleche sind durch einzöllige Nieten verbunden.

Die Tragebalken sind auf jeder Seite durch 8 verticale Blechtafeln von ¼ Zoll Dicke gesteift, die durch dreizölliges Winkeleisen und ¾zöllige Nieten, die 4 Zoll Entfernung haben, mit den Hauptträgern verbunden sind. Eben solche Verstärkungsplatten an den Enden sind ¾ Zoll dick.

Die Kopfplatte ist ebenfalls durch Bügel aus 5½ Zoll breiten T-Eisen, die zwischen je zwei Verstärkungsplatten liegen, gesteift.

Die Querbalken sind 24 Fuss 6 Zoll lang, 1 Fuss 4 Zoll hoch, aus drei Stössen zusammengesetzt, deren Blechplatten ⅜ Zoll dick sind. Oben und unten sind sie auf beiden Seiten durch 3½zölliges Winkeleisen gesteift, welches an dieselben durch ¾zöllige Nieten von 4 zu 4 Zoll angenietet ist. Die Enden der Querbalken ruhen auf den beiden Hauptbalken.

Tafel XI, Fig. 1 zeigt einen Querdurchschnitt der Brücke.

Fig. 2, eine Seitenansicht eines Theils der Hauptbalken.

Fig. 3 stellt einen Hauptbalken in viermaliger Grösse des Massstabes von Fig. 2 im Querschnitt dar, woran die Verstärkungsplatten ersichtlich.

Fig. 4 ist ein Querschnitt durch denselben Hauptbalken mit der Bügelverbindung, welche die Kopfplatte stützen und absteifen.

Die Details der Construction sind durch die Zeichnung verständlich genug, um die weitere Beschreibung entbehren zu können.

Diesem Aufsatze fügt sich die Beurtheilung des zweckmässigsten Materials und der Construction bei Brückenbauten von Cadiat und Oudray sehr belehrend an, welche diese beiden Ingenieurs in dem *Moniteur industriel* veröffentlicht haben. Die Veranlassung dazu hat wahrscheinlich das Stephenson'sche System gegeben, welches derselbe bei der Britanniabrücke befolgt hat.

Wir ziehen hier vorzüglich aus, was auf eiserne, namentlich auf Brücken von geschlagenem Blech Bezug hat.

Dieselben bemerken zuvörderst, dass man den Röhrenbrükken der Engländer Bewunderung zollen müsse, allein weit mehr hinsichtlich der neuen Anwendung des Blechs zum Brückenbau, als bezüglich der, ihrer Ansicht nach, wenig rationellen Form. Das Blech hat für die öffentlichen Bauten eine unermessliche Zukunft; mittelst dieses Materials allein ist es möglich, die Hängebrücken durch ein vortheilhafteres System fester Brücken zu ersetzen. Die Verfasser stellen jedoch den englischen Röhrenbrücken ohne tragende Bogen das Prognosticon, dass man Constructionen dieser Art sehr bald wieder aufgeben werde.

Die Anwendung von Bögen zum Tragen einer Brückenbahn ist weit vortheilhafter, als diejenige eines länglich viereckigen Balkens in Form einer Röhre, welches des Beweises nicht bedarf; die Bogenform für diejenigen Theile, welche eine Brücke tragen sollen, ist die einzig rationelle, man mag Blech oder Gusseisen anwenden.

Wenn es sich um den Widerstand gegen eine gleichförmig vertheilte Belastung handelt, wie, z. B., bei Brücken, welche Wasserleitungen tragen, so kann es zweckmässig sein, dass die Höhe der Bögen in der Mitte dieselbe, wie an den Seiten sei; ganz anders ist es aber, wenn es sich um ungleich vertheilte Belastung handelt, wie bei den gewöhnlichen Brücken.

Im letzteren Falle müssen die Bogen in der Mitte und an den Widerlagern sehr verschiedene Querschnitte haben.

Bei Anwendung des Gusseisens ist diese Veränderung der Höhe des Bogens wegen der Verschiedenartigkeit der Modelle nicht ausführbar. Blech hat in dieser Beziehung grosse Vortheile vor

dem Gusseisen, denn man kann ohne Schwierigkeit den blechernen Bögen einen Querschnitt geben, welcher vom Schlusse nach den Widerlagen zunimmt.

Die leichtere Bearbeitung des Blechs verschafft diesem Material schon einen Vorzug gegen Gusseisen; allein Blech und Schmiedeeisen haben noch andere Vorzüge vor dem Gusseisen, selbst dann, wenn man dem letzteren die Bogenform giebt.

Schmiedeeisen besitzt eine weit grössere Festigkeit als jenes, wenn eine ausdehnende Kraft auf dasselbe einwirkt.

Ueber die relative Festigkeit des Schmiede- und Gusseisens.

Obwohl das Gusseisen, nach den Versuchen mit würfelförmigen Stücken, grösserm Drucke widersteht, so leistet doch das Schmiedeeisen bei Constructionen mehr Widerstand bei bedeutender Belastung.

Bei allen Bauten, besonders aber bei Brückenconstructionen, hat das Gusseisen nicht allein einfachen Pressungen, sondern auch lebendigen Kräften zu widerstehen, worauf die Folgerungen aus den Versuchen unanwendbar sind.

Zwischen dem Gusseisen und Blech besteht in Hinsicht der rückwirkenden Festigkeit ein einfach ähnliches Verhältniss, wie zwischen hartem und weichem Schmiedeeisen. Prüft man hartes oder sprödes Eisen auf seine absolute Festigkeit, so leistet es einen bedeutenden Widerstand; es trägt, ehe es bricht, bis 42 Kilogrammen per Quadratmillimeter seines Querschnittes, aber es bricht plötzlich mit unbedeutender Verlängerung. Die weichen Eisensorten dagegen, z. B., das Ketteneisen, haben die Eigenschaft, sich bedeutend auszudehnen und verlängern sich im Augenblicke des Brechens oder Zerreissens um 10—25 Proc. ihrer Länge. Die spröden Eisensorten brechen unbelastet bei dem geringsten Stosse, während weiches Eisen, ganz belastet, beträchtliche Stösse verträgt, ohne zu brechen.

Die weichen Eisensorten können wegen ihres Widerstandes gegen die Einwirkung lebendiger Kräfte mit Sicherheit bis zu 13 Kilogrammen per Millimeter tragen, während man sprödem Eisen nur auf 8 Kilogrammen vertrauen darf.

Nach Karsten über rückwirkende Festigkeit trugen schmiedeeiserne Würfel per Quadratmillimeter . . . . . 49 Kilogr.

Von grauem und weichem Gusseisen, welche unter der Belastung abgeplattet, aber nicht zu Pulver gedrückt wurden . . . . . 100—120 Kilogr.

Weisses und hartes Gusseisen, welches unter der Belastung mit Explosion und Lichtentwickelung in Pulver verwandelt wird, trug 125—180 „

Man hüte sich aber, im Vertrauen auf diese Ergebnisse bei Constructionen, wo es sich um rückwirkende Festigkeit handelt, das weisse Gusseisen dem grauen vorzuziehen. Dasselbe Verhältniss, welches zwischen dem weichen Gusseisen und dem Schmiedeeisen Statt findet, zeigt sich auch zwischen dem weissen und grauen Gusseisen.

Nach Rennie dürfen würfelförmige Stücke von Gusseisen nur mit 20 Kilogrammen per Quadratmillimeter sicher belastet werden. Bei einzelnen prismenförmigen Stützen muss diese Belastung auf $\frac{2}{3}$, auf $\frac{1}{2}$ oder auf $\frac{1}{15}$ reducirt werden, je nachdem die Stütze oder Säule die vierfache, achtfache oder sechsunddreissigfache Höhe ihrer Dicke hat.

Man kann daher gusseiserne Pfeiler nur in dem Verhältniss von 12, von 10 und 1,33 Kilogrammen per Quadratmillimeter mit vollkommener Sicherheit belasten.

Das Schmiedeeisen wird eher gebogen, als zusammengedrückt, wenn die Höhe das Doppelte der Dicke beträgt; ist selbige aber das Zwölf- oder Vierundzwanzigfache der Dicke, so muss die Belastung auf $\frac{2}{3}$ oder $\frac{1}{2}$ derjenigen reducirt werden, welche das Eisen als Würfel trägt. In diesen verschiedenen Fällen können Schmiedeeisen und Blech 24,5 bis 30 Kilogr. per Quadratmillimeter tragen.

Diese Belastungen übersteigen bei Weitem diejenigen, welche unter gleichen Umständen das Gusseisen tragen könnte.

Die Versuche über die Belastungen, welche schmiede- und gusseiserne Röhren zu tragen vermögen, ohne zerdrückt zu werden, geben offenbar keine genügenden Anhaltspuncte, hinsichtlich der zum Brückenbau geeignetsten Materialien; denn bei Brücken müssen Schmiede- und Gusseisen hauptsächlich der Einwirkung der lebendigen Kräfte widerstehen. Man muss daher demjenigen Material den Vorzug geben, welches die grösste Elasticität mit dem grössten Widerstand gegen das Zusammendrücken vereinigt. Nun ist aber das Arbeitsquantum (die lebendige Kraft), welches zum Zerreissen von Schmiedeeisen oder Blech erforderlich ist, wenigstens fünfzigmal grösser als für Gusseisen.

Es ist daher die Anwendung von Schmiedeeisen und Blech

in jeder Beziehung der Benutzung von Gusseisen bei'm Brückenbau weit vorzuziehen, sogar wenn man diese Materialien benutzt, um der Zusammendrückung zu widerstehen.

Diese Behauptung wird schon dadurch bekräftigt, dass bei den kühnsten Bauten das Gusseisen nur im Verhältniss von 3 bis 4 Kilogrammen per Quadratmillimeter belastet ist, während das Blech für die Britannia-Röhrenbrücke bei der Probe einer Belastung von 6 Tonnen per Quadratzoll (9,44 Kilogrammen per Quadratmillimeter) widerstanden hat.

Dazu kommt, dass Schmiedeeisen und Blech insofern eine grössere Sicherheit bieten, als diese Materialien einen constanten Widerstand leisten, auf den man sichere Berechnungen begründen kann, während Gusseisen häufig verborgene Fehler durch Blasenräume, durch ungleichmässiges Erkalten und Schwinden etc. hat, wodurch seine theoretische Widerstandsfähigkeit vermindert und ein späterer Bruch gewissermassen vorbereitet wird. Und kosten auch Schmiedeeisen und Blech das Doppelte von dem Gusseisen, so ist auch bei gleicher Belastung nur die Hälfte des Materials nöthig, so dass schon durch die Gewichtsverminderung die zu tragende Last bedeutend verringert wird.

Im Allgemeinen stellt Cadiat folgende Bedingungen an Brückenconstructionen:

1) Die Hängebrücken haben nicht die ganze Steifigkeit, welche man ihnen ertheilen könnte. Bei der jetzigen Construction ist jeder Balken isolirt; er ist nur an einem Puncte der Kettenbündel aufgehängt, wodurch für jede Last der gesammte Druck, welchen jeder Balken erleidet, bloss an einem Puncte der Kettenlänge übertragen wird, woraus folgt, dass die Durchbiegung der Ketten an den Aufhängepuncten die grösstmöglichste ist.

Würde die Fahrbahn ein in sich verbundenes Ganze, so würden die darüber gehenden Lasten nicht mehr bloss durch zwei Puncte an den Ketten, sondern durch eine sehr grosse Länge der Ketten getragen werden.

2) Blecherne Brücken müssen die gusseisernen ersetzen, weil das Blech bei einem viel geringern Gewicht und folglich geringern Kosten einen ohne Vergleich grössern Widerstand als das Gusseisen gewährt.

3) Die englischen Röhrenbrücken sind kostspielige Einrichtungen für gewisse besondere Fälle und gestatten keine allgemeine Anwendung. Sie kosten mehr als die von Bögen getragenen Brücken, ohne dieselbe Dauer zu verbürgen.

4) Die blechernen Bögen gestatten in vielen Fällen die Hängebrücken ohne Kostenerhöhung durch feste Brücken zu ersetzen.

5) Wenn die Belastungen ungleich vertheilt sind, so muss die Form der Bögen so sein, dass sie eine grössere Querschnittshöhe an den Widerlagern als am Schlusse haben. Gleiche Querschnittshöhe am Schlusse und an den Widerlagern ist nur für Aquäducte zulässig.

6) Da die Brücken hauptsächlich durch die Einwirkung der lebendigen Kräfte leiden, so sind es die Materialien mit der grössten Elasticität, welche zu ihrem Bau gewählt werden müssen.

7) Schmiedeeisen und Blech können anstatt des Holzes zu den Balken der Fahrbahnen verwendet werden, wodurch man die letzteren ohne wesentliche Kostenerhöhung steifer und dauerhafter macht.

8) Wenn man die Masse der Brücken vergrössert, damit sie den Schwingungen, welche darüber gehende Belastungen veranlassen, besser widerstehen können, so ist es vortheilhafter, die hinzukommenden Massen in den Bögen als auf der Fahrbahn zu vertheilen.

10. Ueber Brückengewölbe.

Tafel

für die Masse der Widerlager und Stärken im Schluss voller Bögen bei kleinen Brücken von 1 bis 15 Meter Spannung; von Goulart Henrionet.

(Zu Seite 90 u. ff.)

Durchmesser der Bögen. Meter.	Höhe der Pfeilergewände. Meter.	Stärke der Gewölbe im Schluss. Meter.	Stärke der Widerlager am Anfang der Bögen. Meter.
1,00	1,00	0,36	0,45
	1,50		0,51
	2,00		0,56
2,00	1,00	0,40	0,61
	1,50		0,69
	2,00		0,73
2,50	1,00	0,42	0,68
	1,50		0,84
	3,00		0,95

Durchmesser der Bögen. Meter.	Höhe der Pfeilergewände. Meter.	Stärke der Gewölbe im Schluss. Meter.	Stärke der Widerlager am Anfange der Bögen. Meter.	Durchmesser der Bögen. Meter.	Höhe der Pfeilergewände. Meter.	Stärke der Gewölbe im Schluss. Meter.	Stärke der Widerlager am Anfang der Bögen. Meter.
	0,00		0,45		2,00		1,19
	1,00		0,78	9,00	3,00	0,53	1,35
	2,00		0,97		4,00		1,46
	3,00		1,10		2,00		1,37
6,00	4,00	0,47	1,18	12,00	3,00	0,60	1,55
	5,00		1,25		4,00		1,71
	6,00		1,30		2,00		1,57
	7,00		1,35	15,00	3,00	0,67	1,78
	8,00		1,47		4,00		1,94

Tabelle

des Drucks der Gewölbe nach Kreisabschnitten, deren Intrados und Extrados parallel sind; nach Petit.

R = Halbmesser der Extrados.
r = Halbmesser der Intrados.
l = Spannweite des Gewölbes.
f = Pfeil des innern Wölbbogens.
α = Winkel des Bogenstücks am Mittelpuncte.

Werth des Verhältnisses $R : r$	Verhältniss des Stosses zu dem Quadrat des Halbmessers.						
	l = 4 F. r = 2,500 F. α = 53° 7′ 30″	l = 5 F. r = 3,625 F. α = 43° 36′ 10″	l = 6 F. r = 5 F. α = 36° 52′ 10″	l = 7 F. r = 6,625 F. α = 31° 53′ 26″	l = 8,5 F. r = 8,5 F. α = 28° 4′ 20″	l = 10 F. r = 13 F. α = 22° 37′ 18″	l = 16 F. r = 32,5 F. α = 11° 15′ 0″
1,40	0,15445	*0,14691*	0,14691	0,14691	0,14691	0,14478	
1,35	0,14717	0,13030	0,12587	0,12587	0,12587	0,12405	
1,34	0,14513	0,12987	0,12171	0,12171	0,12171	0,11999	
1,33	0,14364	0,12781	0,11767	0,11767	0,11767	0,11596	
1,32	0,14173	0,12634	0,11362	0,11362	0,11362	0,11196	
1,31	0,13975	0,12486	*0,10959*	0,10959	0,10959	0,10800	
1,30	0,13764	0,12331	0,10682	0,10559	0,10559	0,10406	
1,29	0,13543	0,12164	0,10563	0,01163	0,10163	0,10016	
1,28	0,13311	0,11988	0,10437	0,09770	0,09770	0,09628	
1,27	0,13068	0,11803	0,10304	0,09379	0,09379	0,09244	
1,26	0,12815	0,11609	0,10160	*0,08992*	0,08992	0,08862	
1,25	0,12547	0,11402	0,10009	0,08668	0,08608	0,08483	0,07189
1,24	0,12270	0,11251	0,09850	0,08549	0,08227	0,08108	0,06862
1,23	0,12031	0,10958	0,09679	0,08423	0,07849	0,07735	0,06547

Werth des Verhältnisses $R : r$	Verhältniss des Stosses zu dem Quadrat des Halbmessers.						
	$l = 4$ F. $r = 2{,}500$ F. $\alpha = 53^\circ\ 7'\ 30''$	$l = 5$ F. $r = 3{,}625$ F. $\alpha = 43^\circ\ 36'\ 10''$	$l = 6$ F. $r = 5$ F. $\alpha = 36^\circ\ 52'\ 10''$	$l = 7$ F. $r = 6{,}625$ F. $\alpha = 31^\circ\ 53'\ 26''$	$l = 8{,}5$ F. $r = 8{,}5$ F. $\alpha = 28^\circ\ 4'\ 20''$	$l = 10$ F. $r = 13$ F. $\alpha = 22^\circ\ 37'\ 18''$	$l = 16$ F. $r = 32{,}5$ F. $\alpha = 11^\circ\ 15'\ 0''$
1,22	0,11675	0,10725	0,09499	0,08291	0,07474	0,07366	0,06234
1,21	0,11354	0,10460	0,09305	0,08148	*0,07102*	0,06999	0,05924
1,20	0,11023	0,10196	0,09102	0,07999	0,06981	0,06636	0,05616
1,19	0,10676	0,09915	0,08885	0,07834	0,06859	0,06275	0,05311
1,18	0,10313	0,09617	0,08653	0,07651	0,06727	0,05918	0,05008
1,17	0,09934	0,09303	0,08408	0,07468	0,06583	*0,05212*	0,04709
1,16	0,09537	0,08975	0,08144	0,07264	0,06420	0,05004	0,04411
1,15	0,09123	0,08634	0,07866	0,07050	0,06259	0,04904	0,04116
1,14	0,08600	0,08254	0,07568	0,06812	0,06077	0,04803	0,03824
1,13	0,08238	0,07869	0,07251	0,06558	0,05890	0,04671	0,03534
1,12	0,07764	0,07459	0,06911	0,06297	0,05659	0,04451	0,03247
1,11	0,07269	0,07042	0,06548	0,06026	0,05421	0,04384	0,02962
1,10	0,06737	0,06563	0,06158	0,05666	0,05160	0,04214	0,02681
1,09	0,06211	0,06077	0,05739	0,05345	0,04871	0,04023	*0,02401*
1,08	0,05636	0,05652	0,05288	0,04934	0,04552	0,03806	0,02192
1,07	0,05052	0,05011	0,04804	0,04426	0,04200	0,03560	0,02111
1,06	0,04431	0,04428	0,04280	0,04058	0,03861	0,03276	0,02002
1,05	0,03776	0,03804	0,03709	0,03550	0,03357	0,02944	0,01882
1,04	0,03096	0,03144	0,03095	0,02992	0,02862	0,02561	0,01720
1,03	0,02378	0,02437	0,02424	0,02369	0,02293	0,02131	0,01524
1,02	0,01625	0,01681	0,01690	0,01673	0,01640	0,01536	0,01199
1,01	0,00834	0,00871	0,00886	0,00885	0,00885	0,00862	0,00747

Für eine im Extrados parallele Wölbung, wo

$\alpha = 28^\circ\ 4'\ 20''$,

$l = 8$ F. $= 8$ Meter und

$r = 8{,}5$ F. $= 8{,}5$ Meter

ist, giebt die empirische Formel von Perronet ($e = 0{,}0347\ d + 0{,}325$ Meter), wenn e die Dicke der Wölbung im Schlussstein nach Meter und d den Abstand der Widerlager bei Gewölben in vollem Bogen bezeichnet*) $e = 0{,}915$ Meter, woraus $R = 9{,}415$ Meter und $\frac{R}{r} = 1107$.

*) Bei gedrückten Bögen ist d das Doppelte des grossen Halbmessers, den man benutzt hat, die Leitlinie der Intrados bei Kreisbogengewölben und den oberen Bogen dieser Leitlinie bei gedrückten Gewölben zu beschreiben.

Da dieser Quotient zwischen die Werthe 1,10 und 1,11 der Tabelle fällt, so wird die Differenz von C*), der mit 1,107 correspondirt, und des Werthes, der mit 1,11 correspondirt, mit Hülfe der Proportion zu finden sein:

$(1{,}11 - 1{,}10) : (0{,}05421 - 0{,}5160) = (1{,}11 - 1{,}107) : x$

woraus $x = 0{,}000783$, und daher $C = 0{,}05343$ folgt.

Die grösste Dicke der Widerlager ist sodann, nach der Formel

$E = r \sqrt{3{,}8\ C}$,

$E = 8{,}5 \sqrt{3{,}8 \times 0{,}05343} = 3{,}825$ Meter.

Bei einer Höhe der Mittelpfeiler von 4,25 Meter könnte man $E = 3{,}244$ Meter machen.

*) Oder dem Verhältniss des grössten horizontalen Drucks, der auf den Schlussstein wirkt, zum Quadrat des Halbmessers r.

Wölbungen mit Bögen aus vollem Halbkreise oder aus Kreissegmenten.

Setzt man bei letzteren die Licht- oder Pfeilhöhe $= l$, die halbe Brückenöffnung $= m$ und den Radius des Bogens $= r$, so ist

$$r = \frac{m^2 + l^2}{2l},$$

wobei zu beachten, dass man die Pfeilhöhe nie geringer als $\frac{1}{8}$ der Brückenöffnung annehmen darf.

Wölbungen mit gedrückten Bögen, welche sich der elliptischen Curve nähern.

Die Hauptbedingung bei einer solchen, aus einer ungeraden Anzahl von Bögen zusammengesetzten Curve: „dass die einzelnen Bogenstücke sich an ihren Enden tangirend einander anschliessen," wird am Besten erfüllt, wenn die Mittelpuncte zweier sich verbindender Bögen sich auf demselben Halbmesser befinden, der durch den Berührungspunct der zwei Bögen geht; die an diesen Berührungspuncten endenden Radien müssen gleiche Winkel einschliessen, die aber gleich dem Quotienten von 180° durch die Anzahl der Bögen sein müssen, welche die Curve zusammensetzen. Hat sonach der elliptische Bogen resp. 3, 5, 7... Mittelpuncte, so bilden die beziehlichen Winkel Neigungen von 60, 36, 25,714° und dabei müssen die Halbmesser nach der Methode von Michal gleich dem Halbmesser der Krümmung der Ellipse sein, welche dieselben Axen hat, wie der gedrückte Bogen.

Nach diesen Voraussetzungen hat Michal nachstehende Tabelle berechnet, welche die Werthe der zur Construction der Curve nöthigen Pfeilhöhe giebt, die Bogenweite = 1 gesetzt.

Elliptische Bögen mit 5 Mittelpuncten.		Elliptische Bögen mit 7 Mittelpuncten.			Elliptische Bögen mit 9 Mittelpuncten.			
Pfeilhöhe.	1. Halbmesser.	Pfeilhöhe.	1. Halbmesser.	2. Halbmesser.	Pfeilhöhe.	1. Halbmesser.	2. Halbmesser.	3. Halbmesser.
0,36	0,278	0,33	0.228	0,315	0,25	0,130	0,171	0,299
0,35	0,265	0,32	0,216	0,302	0,24	0,120	0,159	0,278
0,34	0,252	0,31	0,203	0,289	0,23	0,111	0,148	0,268
0,33	0,239	0,30	0,192	0,276	0,22	0,102	0,138	0,252
0,32	0,225	0,29	0,180	0,263	0,21	0,093	0,126	0,237
0,31	0,212	0,28	0,168	0,249	0,20	0,083	0,114	0,222
0,30	0,198	0,27	0,156	0,236				
		0,26	0,145	0,223				
		0,25	0,133	0,210				

Wenn demnach Tafel XI, Fig. 5, aa' die Bogenweite und cd die Pfeilhöhe, und aa' kleiner als $3cd$ ist, so wählt man einen gedrückten Bogen von 3 Mittelpuncten. Man beschreibt über aa' einen Halbkreis, theilt in drei gleiche Theile und zieht die Halbmesser ce und ce', dann die Sehnen ae, ef, fe'. Durch d legt man dh parallel fe und dh' parallel fe' und die Linien hi und $h'i$ parallel ce und ce'. Diese bestimmen die 3 Mittelpuncte k, i und k' und damit die Halbmesser $ak = a'k$ und hi des gedrückten Bogens $ahh'a'$.

Um einen gedrückten Bogen von 5 Mittelpuncten, Fig. 6, Taf. 11, zu zeichnen, hat man in Analogie des vorhergehenden Verfahrens die Halbmesser cd, ce, ce' und cd' zu ziehen, welche den Halbkreis in 5 gleiche Theile zerlegen, dann die Sehnen ad, de, eb.... Man nimmt hierauf den ersten Halbmesser af

aus den Werthen der Tafel und zieht *gh* parallel *cd;* zieht man dann *hi* parallel *ed* und *li* parallel *eb,* sodann *ik* parallel *ce,* so ergiebt sich der zweite Mittelpunct *g* und der dritte *k.*

Auf ähnliche Weise verfährt man bei einem gedrückten Bogen von 7 Mittelpuncten, von 9 und im Allgemeinen von jeder beliebigen ungeraden Anzahl von Mittelpuncten.

Tafel der Korblinien *(anses de panier)* von 3, 5, 7, 9 Mittelpuncten für Gewölbe, Tunnels und Brückenbögen; nach der Methode von Lerouge *(Ingenieur en chef des ponts et chaussées).*

Diese Tafel setzt voraus, dass die verschiedenen Halbmesser an den Durchschnittspuncten ungleiche Winkel unter sich bilden, die Halbmesser selbst aber nach einer arithmetischen Reihe wachsen; die Spannweite ist zur Einheit angenommen worden bei allen Werthen der Tafel.

Die vierten Columnen geben die verglichene Höhe der Capacität der Curven.

Curven von 3 Mittelpuncten.				Curven von 5 Mittelpuncten.				Curven von 7 Mittelpuncten.				Curven von 9 Mittelpuncten.			
Pfeilhöhe.	1. Halbmesser.	Differenz der folgenden Halbmesser.	Verglichene Höhe.	Pfeilhöhe.	1. Halbmesser.	Differenz der folgenden Halbmesser.	Verglichene Höhe.	Pfeilhöhe.	1. Halbmesser.	Differenz der folgenden Halbmesser.	Verglichene Höhe.	Pfeilhöhe.	1. Halbmesser.	Differenz der folgenden Halbmesser.	Verglichene Höhe.
0,380	0,336	0,327	0,303	0,350	0,245	0,228	0,274	0,330	0,182	0,181	0,256	0,320	0,148	0,148	0,246
0,390	0,350	0,301	0,310	0,360	0,262	0,213	0,282	0,340	0,202	0,171	0,264	0,330	0,167	0,140	0,255
0,400	0,363	0,273	0,318	0,370	0,279	0,198	0,290	0,350	0,221	0,160	0,272	0,340	0,187	0,132	0,263
0,410	0,377	0,246	0,326	0,380	0,296	0,183	0,298	0,360	0,239	0,149	0,281	0,350	0,206	0,123	0,272
0,420	0,391	0,219	0,334	0,390	0,313	0,167	0,306	0,370	0,258	0,139	0,289	0,360	0,226	0,115	0,280
0,430	0,404	0,191	0,341	0,400	0,330	0,152	0,315	0,380	0,276	0,128	0,297	0,370	0,245	0,107	0,288
0,440	0,118	0,164	0,349	0,410	0,347	0,137	0,323	0,390	0,295	0,117	0,305	0,380	0,265	0,099	0,297
0,450	0,432	0,137	0,356	0,420	0,364	0,122	0,330	0,400	0,314	0,107	0,313	0,390	0,285	0,091	0,305
0,460	0,445	0,109	0,364	0,430	0,381	0,107	0,338	0,410	0,332	0,096	0,322	0,400	0,304	0,082	0,313
0,470	0,459	0,082	0,371	0,440	0,398	0,091	0,346	0,420	0,351	0,085	0,330	0,410	0,324	0,074	0,321
0,480	0,473	0,055	0,378	0,450	0,416	0,077	0,354	0,430	0,370	0,075	0,338	0,420	0,343	0,066	0,329
0,490	0,486	0,027	0,386	0,460	0,432	0,061	0,362	0,440	0,388	0,064	0,346	0,430	0,363	0,058	0,337
0,500	0,500	0,000	0,393	0,470	0,449	0,046	0,370	0,450	0,407	0,053	0,354	0,440	0,383	0,049	0,345
				0,480	0,466	0,030	0,377	0,460	0,425	0,043	0,361	0,450	0,402	0,041	0,353
				0,490	0,483	0,015	0,385	0,470	0,444	0,032	0,369	0,460	0,422	0,033	0,361
				0,500	0,500	0,000	0,393	0,480	0,463	0,021	0,377	0,470	0,441	0,025	0,369
								0,490	0,481	0,011	0,385	0,480	0,461	0,016	0,377
								0,500	0,500	0,000	0,393	0,490	0,480	0,008	0,385
												0,500	0,500	0,000	0,393

Die Halbmesser bilden hierbei eine gemeine arithmetische Reihe unter sich, deren Differenz beständig ist, welche man beliebig fortsetzen kann und erfordern ein Verfahren bei Zeichnung der Curve, wie beschrieben. Wir geben jedoch zu genauerem Verständniss ein Beispiel von Construction der Curve, welche bei der Brücke von Neuilly angewendet und aus 5 Mittelpuncten gezeichnet wurde (Fig. 7, Taf. XI.)

Man nimmt nämlich einen Punct k schätzungsweise als ersten Mittelpunct an, theilt fk so, dass $kj = \frac{ji}{2} = \frac{ih}{3} = \frac{hg}{4} = \frac{gf}{5}$ ist; hierauf nimmt man $fa = 3fk$, theilt diese Länge in fünf gleiche Theile in e, d, c und b und verbindet diese Theilpuncte mit denen auf fl, indem man die Linien über fl hinaus verlängert. Wenn der Punct k passend angenommen worden, so wird die aus den Mittelpuncten k, r, o, m, n, a durch den Höhenpunct q des Pfeilers gehen. Es kann daher nur versuchsweise die gehörige Lage des Punctes k gefunden werden.

Ist die Construction mittelst eines hypothetischen Puncts k gemacht, aber nicht brauchbar befunden worden, so lässt sich die passende Grösse von fk (oder x) daraus bestimmen.

Setzt man nämlich:

$a = fl$ halbe Bogenweite;

$b = fq$ die Pfeilhöhe;

m den Werth des, in der ersten Hypothese angenommenen fk und

s die Entwickelung der gebrochenen Linie *amnork* und die Summe sämmtlicher Theile derselben,

so erhält man den treffenden Werth von fk durch die Formel

$$x = \frac{m\,(a - b)}{4m - s}.$$

Bei'm Verleger dieses sind erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

A. Lixaute

(Unternehmer der grossen französischen Staatsbauten),

der

Strassen-, Eisenbahn-, Canal-, Brücken-, Küstendamm-, Deich- und Hafenbau,

sowie

die Bewässerungsarbeiten.

Zum Nutzen und Gebrauch der Unternehmer öffentlicher Arbeiten, der Baumeister, Maschinenbauer und Baugewerken anderer Art. Nach dem Französischen mit beständiger Rücksicht auf deutschen Betrieb und Bedürfniss

von

Fr. Harzer.

Mit 20 lithogr. Foliotafeln. 2 Thlr. 15 Sgr.

Ein wesentlicher Vorzug dieses Buches besteht zuvörderst darin, dass die Baumaterialien, als natürliche und gebrannte Steine, Kalk, Mörtel, Gyps, Holz, Metalle u. s. w. zwar gedrängt von dem sehr kundigen, durch den wirklichen Betrieb selbst ausgebildeten Verfasser, aber practisch so, wie sonst nirgends beschrieben sind. Von den Maurer- und Zimmermannsarbeiten sind hauptsächlich sehr schwierige Fälle als Beispiele aufgestellt, wie sie erst in der Neuzeit bei Eisenbahn-, Strassen- und Wasserbauten vorzukommen pflegen. Bei'm Brücken-, Canal-, Deich- und Uferbau sind die bewunderungswürdigsten Beispiele der ganzen civilisirten Welt hervorgehoben, so dass dieses Buch mit seinen zahlreichen instructiven Zeichnungen allen Architekten und Gewerken zur grössten Belehrung und Unterhaltung dienen kann.

Die populäre Bauzeitung sagt am Schlusse einer sehr speciellen und in das Einzelne eingehenden Recension: „Nachdem wir stricte von uns weisen, als solle mit obigen Bemerkungen ein Tadel der Schrift ausgesprochen sein (sie würden schon an sich, ihrer Unbedeutendheit nach, in der Masse des Guten und Lehrreichen verschwinden), müssen wir unbedingt das Buch als ein solches erkennen, welches seinem Zwecke vollständig entspricht, zusammenfassend in möglichst gedrängtem Raume, was dem Bauunternehmer, dem practischen Dirigenten unentbehrlich und für den technischen Arbeiter ungemein belehrend ist, zumal da die Sprache selbst eine verständliche ist und die theoretischen Formeln und die technischen Floskeln hier vermieden worden sind; und wir müssen das Werk noch befriedigend und lehrreich nennen, wenn wir unsern oben aufgestellten Gesichtspunct weiter hinausrücken und den Leserkreis vergrössert denken."

Francis Bashforth

(Mitglied des St. John's College zu Cambridge),

practische Anweisung

zur

Construction schiefer Brücken

mit Spiral- und abgewogenen Schichten.

Ein nothwendiges Handbuch für Ingenieure, Bauführer, Maurer, Steinhauer u. s. w.

Deutsch bearbeitet

vom

Bauinspector W. Hertel.

Mit 100 Figuren auf 8 Tafeln. 4. Schön geheftet. Früherer Preis 1 Thlr. 7½ Sgr., jetzt herabgesetzt auf 12½ Sgr.

Dieses gediegene Werk beseitigt jeden Zweifel, dass man in der Schräge, auch ohne Verankerung, eine feste, den Gesetzen der Statik entsprechende Brücke bauen könne. Sowie die Engländer die schiefen Brücken zuerst hergestellt haben, ist obiges Buch das erste, welches die Theorie und Praxis derselben erörtert. Es ist dieselbe Theorie, nach welcher 1846 die erste Brücke der Art in Deutschland, und zwar auf der thüringischen Eisenbahn über die Saale bei Kösen construirt wurde, die sich trotz der reissenden Hochwässer und der täglichen, stark belasteten Wagenzüge vollkommen bewährt hat.

Die Berliner Bauzeitung 1851, Nr. 5, sagt: „Es muss dankend anerkannt werden, dass W. Hertel durch Uebersetzung des englischen Werkes dazu beigetragen hat, die in England bei derartigen Gewölbebauten vielfach mit Erfolg angewendeten Methoden bei uns bekannter und dadurch hoffentlich auch

einheimischer zu machen. Das Werk wird daher sowohl dem Ingenieur, als dem Steinhauer sehr erwünscht kommen und kann denselben empfohlen werden."

W. Leo

(fürstlich schwarzburgischer Bergmeister in Könitz),

theoretisch-practische

Anleitung zum Nivelliren.

Ein Lehrbuch für Baugewerken, Oekonomen, Müller, Militär-Ingenieure, Land-, Strassen- und Forst-Geometer, insonderheit aber für Berg- und Eisenbahnbau. Mit 9 lithogr. Tafeln. gr. 4. 1 Thlr. 15 Sgr.

120,000 Arbeiter stricken jetzt am deutschen Eisenbahnnetze, welches das wichtigste Thema der Gegenwart ist. Die Eisenbahntechnik bildet eine neue Wissenschaft, ein neues Gebiet der Baukunst, und die Nivellirkunst gilt mit Recht für einen Hauptzweig derselben, und ist dadurch mit einem Male aus ihrem bisherigen Dunkel hervorgezogen worden. Ueber sie war unsere Literatur bisher nur arm und die besseren Werke sind bei dem steigenden Bedürfnisse der Ingenieure rasch vergriffen. Dieses veranlasste den Herrn Bergmeister Leo, der sich schon als Markscheider viele Jahre practisch mit dem Nivelliren beschäftigt hat, zur Herausgabe des vorstehenden Originalwerks, dessen erste vorbereitende Abtheilung Begriff und Theorie entwickelt, und zugleich den Beweis führt, dass durch die bisherige Methode mit horizontalen Visirlinien und beweglichen Zielpuncten Aufenthalt und Fehler entstanden, die durch die Annahme mit der Oberfläche parallel laufender Visirlinien und fixer Visirpuncte vermieden werden. Ueber Instrumente, deren Prüfung und Gebrauch, über Anfertigung der Pläne, Risse und deren Beschreibung, ist alles Nöthige gesagt, die zur Erleichterung der Rechnung dienenden Tabellen sind beigefügt, sowie die Fertigung einer ganz neuen Art von Massstäben gelehrt, wodurch selbst der des Rechnens Unkundigere mit der Bodenfläche paralleler Visirlinien zu arbeiten und die Gefälle mittelst des Zirkels zu finden und abzutragen vermag. Der practische Theil giebt Nivellements-Beispiele der einfachsten Art bis zu den complicirtesten, und geometrische Aufgaben, als Absteckung der Curven und continuirlichen Kreisbögen, Berechnung von Durchschnitten, Anlagen von Tunnels u. s. w. — Hieraus ersieht man, dass diess Werk mit einer Vollständigkeit ausgestattet ist, die man in jedem andern vergeblich sucht.

Die Zeitschrift für Mechaniker, II. Bd., 2. Heft, sagt: „Es giebt freilich mehre Werke über die Kunst des Nivellirens, allein sie sind im Allgemeinen zu oberflächlich, und es ist unmöglich, dass aus denselben der Lernende von den Arbeiten des Nivellirens einen vollständigen Begriff zu erhalten im Stande ist. Das vorliegende Buch hat seine Aufgabe, als Lehrbuch, vollständig gelös't, und es hat hauptsächlich den Grundsatz festgehalten, jedes Mal den Zweck einer jeden besondern Arbeit in der kürzesten Zeit und mit dem wenigsten Kraftaufwande, zu erreichen. Jedenfalls verdient das Werk die grösste Empfehlung und stehen wir nicht an, ihm diese auf's Ueberzeugendste hiermit angedeihen zu lassen."

M Wölfer,

gründliche und practische, auf 32jährige Erfahrung gegründete Anweisung

zur

Construction und Ausführung

massiver u. hölzerner, grösstentheils sich frei tragender Brücken

über mittelmässig grosse und kleinere Flüsse und Bäche, sowohl in flachen, als auch in Gebirgsgegenden mit besonderer Rücksicht auf alle nur vorkommenden Grund- und Bodengattungen der Flussbette u. s. w., desgleichen zur Construction der Lehrbögen und Ausführung der Bogengerüste auf der Zulage oder dem Werksatze, so wie auch neuerfundener wasserdichter Dämme zur sparsamern Aufführung der Brückenpfeiler im Trocknen, ohne Schöpfmaschinen. Mit 26 lithographirten Tafeln. Zweite Ausgabe. gr. 4. broch. 2 Thlr.

Der Name des Verfassers bürgt dafür, dass hier ein wirklich brauchbares Handbuch geliefert wird; denn es ist bekannt, dass er bei vieler Gewandtheit und eigener Erfahrung Gründlichkeit und Kürze verbindet und weniger durch eine ermüdende und weitläufige Theorie, als durch höchst instructive und dabei schöne und saubere Zeichnungen zu belehren sucht, durch welche sich diese Anweisung zu einem wahren Prachtwerke erhebt. Der

grösste Theil dieser Brücken ist von dem Verfasser selbst im Fürstenthume Lichtenberg über die Glan, die Nahe und Blies construirt und ausgeführt und von den Ingenieuren benachbarter Staaten aufgenommen worden, die sie öffentlich für wahre und kühne Meisterwerke erklärt haben.

C. L. Matthaey
(Baumeister in Dresden),

practisches Handbuch
für
Maurer und Steinhauer
in allen ihren Verrichtungen,

enthaltend die nothwendigsten Lehren zur Kenntniss der Maurermaterialien, der Maurerarbeit, und allgemein fassliche Regeln zur Construction bürgerlicher Wohn-, Gewerbe- und Wirthschaftsgebäude, für Bau- und Gewerbeschulen, Baumeister und Maurer. Zwei Bände. Mit einem Atlas von 50 Quarttafeln. Dritte, von J. G. C. Hampel (Lehrer der Arithmetik und Architekt zu Breslau), völlig umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage. 8. 2 Thlr. 22½ Sgr.

Wie bei erforderlichen neuen Auflagen einzelner Thrile des Schauplatzes diese Gelegenheit allemal mit der grössten Sorgfalt und oft bedeutendem Aufwande benutzt wird, um solche der möglichsten Vollkommenheit näher zu bringen, die neuesten Fortschritte und Erfindungen zu berücksichtigen, so ist dieses unter grosser Aufopferung des Verlegers namentlich bei obiger dritten Auflage des Maurerhandbuchs geschehen. Bei dem weit vorgerückten Alter des Herrn Originalverfassers wurde deren Verbesserung dem, als architektonischen Schriftsteller rühmlichst bekannten Herrn Hampel, Architekt und Lehrer der Mathematik in Breslau, übertragen, welcher sich auch dieser Arbeit mit dem grössten Fleisse, Sorgfalt, Umsicht und Gründlichkeit unterzogen hat, so dass diese neue Auflage des bisherigen starken, durch drei Auflagen bewährten Absatzes und des Lobes noch würdiger ist, was den frühern durch vielfaches Lob in öffentlichen Blättern zu Theil wurde. Gewiss ist unter allen Werken, welche die Arbeiten des Maurers abhandeln, dieses das vollständigste, und die vermehrte Bogen- und Kupfertafelnzahl hat den Verleger nicht bestimmen können, den alten billigen Preis zu erhöhen.

Wenn die Leipziger Literaturzeitung 1831, Nr. 136, schon von der ersten Auflage sagt: „Eine solche ausführliche Belehrung für Maurer muss allen von ihnen willkommen sein, die sich über den gemeinen Handwerker erheben und ihre Kunst mit Einsicht betreiben wollen. Ueberall ist der Verfasser gründlich verfahren und sein Buch ist nicht allein Maurern, sondern auch Baumeistern nützlich und lehrreich. Die Zeichnungen sind deutlich und instructiv," — wenn dieses günstige Urtheil von allen übrigen Kritikern, — z. B., in Beck's Repertorium, im Berliner Militär-Wochenblatt 1827, April, in der Jenaer Literaturzeitung 1828, Nr. 57, unterschrieben und bestätigt wird, so verdient diese dritte Auflage bei ihrem Reichthume an zweckmässigen Verbesserungen und Zusätzen dieses Lob in noch weit höherm Grade. Die Zahl der Druckbogen hat sich von 36 auf 47 und die der lithographirten Tafeln von 5 Bogen auf 12½ Bogen vermehrt, ohne dass der alte Preis erhöht worden ist. Die Materialienkunde, das Fundament dieses Metiers, ist mit der erforderlichen Gründlichkeit behandelt, denn die Lehre von den Gebirgs- und Felsarten, Kiesel-, Thon-, Talk-, Kalk- und Eisengeschlecht, insoweit sie dem Maurer angeht, füllt 157 Seiten. Dann geht der Verfasser zu der Gewinnung, Berechnung, zum Mass, Verkauf, Gebrauch derselben, dann zu den künstlichen Mauersteinen, besonders zu den aus Lehm geformten, über und handelt dabei vollständig Kalk- und Ziegelbrennerei ab. Dann folgt die Behandlung des Kalks, Mörtels, Gypses und Lehms und die Berechnung vom Bedarf der Ziegeln, Backsteine, des Kalks u. s. w., beschliesst den ersten Band. Der zweite handelt von dem Baugrunde, den Grundmauern, den Mauern im Allgemeinen, den Futtermauern, von den Gewölben, von Anlage der Feuerungen und Schornsteine, von den Treppen, von dem Mauerverbande, von Ausführung der Quader- und Grundstückmauern, von Brand-, Back- und Bausteinmauern, Construction der Gewölbe, der Lehre von den gedrückten Bogen, Ausführung der Feuerungen, der Treppen, der steinernen Fenster- und Thüreinfassungen, der Gesimse, Fussböden, von dem Abputz der Gebäude, von den Decken, von den Dächern und ihrer Bedeckung. Die vollständige Lehre der Bauanschläge schliesst dieses verdienstliche, höchst brauchbare Werk, wovon die erste Auflage, die bereits in den Händen von Tausenden ist, schon so viele nützliche Kenntnisse verbreitet und die Baukunde überall befördert hat. — Von der dritten Auflage sagt das Berliner polytechnische Archiv 1843, Nr. 28: „Wenngleich die Namen sowohl des Verfassers, als des Umarbeiters dieser Auflage hinreichende Bürgschaft für den Werth dieses Werkes leisten, finden wir dennoch besondere Veranlassung zur Empfehlung an alle Bauverständige, besonders an solche, die für geringen Preis ausführliche Nachweisung des Wissenswerthen in ihrem Fache suchen. Der vorliegende erste Theil, 22 Bogen, umfasst blöss die Beschreibung der Baumaterialien, wobei aber überall die besten Quellen benutzt worden. Der zweite Theil umfasst sämmtliche Figurentafeln 1 bis 40, aus deren Ansicht wir entnehmen, dass auch hier ausgezeichnete Vorbilder zum Grunde gelegt worden, wie, z. B., mehre Zeichnungen aus den bekannten „Vorlegeblättern für Maurer und Zimmerleute beweisen." — Sehr belobt auch in der populären Bauzeitung, 1. Heft.

I. Tafel von den Dimensionen, Kosten u. s. w. der bemerkenswertheren Viaducte in Frankreich.

Benennung des Viaducts. NB. Die eingeklammerten Nummern correspondiren mit der Beschreibung	Art des Baumaterials.	Ganze Länge.	Grösste Höhe.	Mittle Höhe.	Fläche des Längenprofils, die Lienie vill ausgeschnitt.	Breite oberhalb.	Kosten des Quadratmeters des Längenprofils, ausgeschnitten.	Form der Bögen.	Anzahl der Bögen.	Oeffnung der Bögen.	Pfeilhöhe der Bögen.	Halbmesser der Bögen.	Bogenhöhe an Scheitel.	Höhe der grössten Pfeiler.	Stärke der Hauptpfeiler an der Kämpfer.	Stärke der Hauptpfeiler an der Kämpfer.	Höhe der Schiffe.	Einsenkung d. Pfeilerauf d. Stromsohle d. Schiffe.	Einsenkung der Longrinen der Schiffe.	Schiefung der Quadratsteinen.	Abstand der Bögen von dem Schiffe.	Höhe der Pfeilerkrönung.	Höhe der Schlussplatte des Viaducts.	Höhe der Brüstung über der Platte.	Stärke der Brüstung.	Bogenweite im gleich der Schlussplatte mit Pfeiler.	Die Stärke der Pfeiler, by einer der Kämpfer ist gleich d. Bogenweite.	Die Geschlitzte in Scheitel ist gleich dem Halbmesser.	Die Schlitzhöhe der Pfeiler ist gleich der Bogenweite.	Zeit des Aufbaues.	Name des Ingenieurs.	Bemerkungen. NB. Bei den Viadukten, die eine Gerade Höhe, ist die Quantität der Pfeiler gerechnet vie Tiefen, von Anfang bis die mittlere Breite hier angegeben.
1. Viaduct des Saires (Taf. I)	Werk- und Bruchstein	Met. 731,00	Met. 32,15	Met. 21,00	Met. 15171	Met. 8,00	Fr. Cent. 187 40	Voller Bogen	19	Met. 9,50	Met. 4,94	Met. 6,20	Met. 6,20	Met. 11,23	Met. 2,28	Met. 2,50	Met. 0,50	Met. 0,050	Met. 0,010	Met. 2,28	Met. 0,53	Met. 0,50	Met. 0,52	Met. 1,00	Met. 0,35	Met. 0,541	Met. 0,225	Met. 0,144	Met. 1,010	1857—15	Dumonceliez, Marandier	Die Einsetzung der Stützmauer ist 0,82 Meter.
2. Viaduct von Barentin (Fig. 19, Taf. 10)	Bruchstein	183,00	24,83	16,75	12584	8,10	116 35	dengl.	12	12,00	7,50	7,50	0,97	22,66	2,70	—	10,50	0,090	0,018	2,70	0,60	Zwei 0,60	—	1,00	0,25	0,491	0,110	0,116	1,100	1844—48	J. Lecke	Eine Curve von 800 Meter Radius.
3. Viaduct von Mirville (Fig. 18, Taf. 10)	dengl.	334,15	23,60	21,00	12567	8,10	—	dengl.	18	9,70	4,50	4,60	0,60	18,00	1,75	—	13,00	0,050	0,010	3,92	0,60	Zwei 0,70	—	1,00	0,35	0,301	0,160	0,123	1,030	1844—45	Derselbe	Eine Curve von 1000 Meter Radius.
4. Viaduct von Pale-d'Aveyron	—	gegen 1104,00	30,00	—	—	—	—	—	106	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1850		
5. Viaduct von Morez	Werk- und Bruchstein	308,00	22,00	21,00	16448	9,00	—	Voller Bogen Stichbogen	13 2	10,00 10,00	5,00 5,00	5,00 22,50	— —	13,00 —	2,70 1,00	4,00	9,65	0,050	0,013	—	—	0,45	0,40	1,15	0,50	0,556	0,250	—	0,565	1847—49	—	Eine Curve von 2000 Halbmesser. Die beiden Stichbögen sind von Gusseisen.
6. Viaduct von Meaux (Fig. 21, Taf. 10)	Mörl- und Bruchstein	378,00	21,00	23,00	8016	9,00	169 26	Voller Bogen	18	10,00	5,00	5,00	0,70	17,00	3,00	4,00	13,00	0,010	0,013	—	0,85	0,35	0,40	1,20	0,50	0,453	0,300	0,190	1,200	1848—51		
7. Viaduct der Maise (Fig. 24, Taf. 10)	Werk- und Bruchstein	232,00	24,00	27,30	6150	8,50	145 18	dengl.	13	13,00	7,00	7,00	0,90	23,00	3,40	—	20,30	0,004	0,010	—	1,00	0,30	0,55	0,60	0,35	0,400	0,257	0,120	1,300	1847—48	Beaudemoulin, Marandier	Die Einsetzung der Stützmauer der Gewölbe ist 0,82 Meter, die der Verkleide an den Pfeilern 0,87.
8. Viaduct von Arcueil	Werk-, Bruch- und Mörlstein	406,00	21,00	20,00	8000	9,00	—	dengl.	20	10,00	5,00	5,00	—	22,00	2,50	4,00	—	0,004	0,020	—	—	0,40	0,40	1,25	0,50	0,562	0,250	—	—	1847	—	Eine Curve von 1200 Meter Radius.
9. Viaduct von Arles	Werk- und Bruchstein	770,00	8,00	8,00	6415	—	210 22	Elliptischer Bogen	21	20,00	7,00	—	—	—	3,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,140	—	—	—		—	Auf einen Pfeilbau von 3000 Pfählen.
10. Viaduct von la Combe-de-Fla	—	220,00	43,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1850	—	Dieser Viadukt hat zwei Etagen.
11. Viaduct von Malakoff	Mörl- und Werkstein	321,50	16,50	18,00	3707	8,30	143 73	Voller Bogen	32	5,55	4,12	4,12	0,70	12,14	3,50	—	11,00	0	0,014	—	0,80	0,40	0,40	0,95	0,40	0,500	0,350	0,173	0,133	1845—48		
12. Viaduct von St. Cloud (Fig. 10, Taf. 10)	Werk- und Bruchstein	365,00	29,00	13,70	5274	9,00	119 79	Spitzbogen	49	6,00	—	6,00	—	—	1,95	—	4,00	0	0	—	—	0,40	0,40	0	—	—	0,201	—	0,600	—	—	
13. Viaduct von St. Germain (Fig. 20, Taf. 10)	Bruch- und Mörlstein	393,00	22,50	23,25	3062	7,50	65 94	Voller Bogen	20	19,00	3,00	3,00	0,50	15,00	0,90	—	—	0,037	0,007	4,00	1,00	0	0,40	Gleiches Gewölbe	—	0,400	0,190	0,190	—	1846	E. Flachat	In Bogen von 3000 Meter Radius; auf 1200 Grundpfählen. Die Einsetzung der Stützmauern ist 0,027.
14. Viaduct v. Val-de-Fécamp (Fig. 15a, Tf. 10)	Bruch- und Werkstein	142,71	22,00	23,00	4606	7,85	—	dengl.	7	18,30	3,35	3,35	1,00	—	2,33	—	—	0,110	0,014	—	0,30	0,55	—	1,00	0,44	—	0,213	0,155	—	1849	Professor und Payen	Der Viadukt hat 8 Etagen. Die Bogen d. 1. und 7. 3 Met. weit.
15. Viaduct von la Combe-Bouchard	—	136,00	30,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1850	—	Dieser Viadukt hat ebenfalls zwei Etagen.
16. Viaduct der Gueche	—	—	gegen 25,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
17. Viaduct von Nîmes	Bruch- und Werkstein	330,00	8,00	—	1408	—	—	Voller Bogen	67	4,80	2,80	3,00	—	3,30	2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	Desgleichen.
17a. Viaduct von Nîmes	dengl.	—	8,00	—	gegen 1408	—	—	dengl.																		0,025	0,234						
18. Viaduct von Beaugency	dengl.	376,00	17,70	15,35	4228	8,00	184 88	dengl.	25	9,40	4,30	4,30	0,60	10,50	1,00	2,00	0,10	0,040	0,023	—	0,95	0,32	0,35	1,00	0,40	0,370	0,291	0,201	1,000	—	Fruhn und Tuyet.	
19. Viaduct von Cosne-Nevers	—	255,00	20,00																														
20. Viaduct des Lys	—	231,00	20,00																														
21. Viaduct von Bélain	—	223,00	22,00																														
22. Viaduct von Malmaisy	Bruchstein	158,00	28,00	—	—	—	—	dengl.	8	12,00	7,50	7,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
23. Viaduct des Halles von Aveyron	—	—	—	—	—	—	—	—	16	8,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		J. Lecke	Auf Pfählrost gegründet.
24. Viaduct von Lorient	—	—	—	—	—	—	—	—	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1850		
25. Viaduct von Tavers	Werk- und Bruchstein	111,00	19,00	17,00	2473	8,00	111 20	Voller Bogen	12	8,40	4,00	4,20	0,48	11,00	1,60	1,60	—	0,040	0,025	—	0,90	0,35	0,35	1,00	0,40	0,403	0,151	0,191	—	—	1850	Fruhn und Tuyet.	
26. Viaduct von Chartres	Mörl- und Bruchstein	180,00	6,20	6,00	1440	—	—	dengl. Stichbogen	19 2	5,00 5,00	2,50 2,50	2,50 2,50	0,50 —	4,00 —	1,00 —	1,00 —	—	0 —	0 —	—	— —	0,30 —	— —	— —	— —	0,270 —	0,200 —	0,200 —					
26a. Unterbrechung des Bouquet-Baches auf der Nordbahn	Siehe die Beschreibung.																																

II. Tafel von den Dimensionen, Kosten u. s. w. der bemerkenswertheren Viaducts in England.

Bezeichnung der Viducte.	Art des Baumaterials	Grosse Länge.	Grosste Höhe.	Mittle Höhe.	Fläche des Längenprofils, die Linie vollständig.	Breite überhaupt.	Breite des Durchfahrtsraums d. Längenprofils, die Linie vorhanden.	Form der Bögen.	Anzahl der Bögen.	Oeffnung der Bögen.	Pfeilhöhe der Bögen.	Halbmesser der Bögen.	Bogenhöhe im Schlusse.	Höhe der gebrochen Pfeiler.	Scheitel der Mittelpfeiler an der Krönung.	Höhe der Hauptpfeiler an der Krönung.	Höhe der Schütte.	Stärkung d. Pfeiler auf d. Mauerwerk d. Schütte.	Einsenkung der Langpfeiler bei der Schütte.	Belastung des Quadratmeters.	Abstand des Kämpfers von dem Balkenwerk.	Höhe der Pfeilerbrüstung.	Höhe der Kämpferplatte des Viaducts.	Höhe der Brustmauer über der Platte.	Stärke der Brustmauer.	Magnetnadelabweichung der Schwerlinie und Richtung.	Die Stärke der Mauerpfeiler, unter der Mauer bei Zeichen d. Magnetnadelmerkmal.	Die Gewölbstärke im Schlusse ist gleich dem Halbmesser und	Die Schattenlinie der Pfeiler ist gleich der Bogenweite mit	Zeit der Ausführung.	Name des Ingenieurs.	Bemerkungen.
		Meter.	Met.	Met.	□Met.	Met.	Pf. Ost.			Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Kilogr.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.			
27. Viadnct der Eisenbahn von Greenwich	Backsteln	2835,00	—	7,74	4024	22,00 u. 7,30	—	Voller Bogen	853	3,91	2,75	3,75	0,45	3,60	0,92	2,68	3,68	0	0	—	0,67	—	0,32	1,22	—	0,205	0,167	0,365	—	—	—	Der Viadnct bildet eine gerade Linie.	
28. Viadnct der South-Western in London	dergl.	2000,00	—	8,00	2100	—	—	Stichbogen	163	7,62	1,09	2,79	0,62	3,50	1,15	—	—	—	—	—	0,40	—	—	1,72	—	1,011	0,131	0,179	—	—	—	Mit Bogen von verschiedenen Halbmessern.	
29. Viadnct des Tweed	Werksteln, die Bögen Backsteln	641,85	30,00	11,34	2056	—	—	Voller Bogen	28	19,79	9,36	9,38	—	26,80	2,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,330	0,120	—	—	1847—50	Robert Stephenson, Harrison und Bruce	An dem einen Ende gekrümmt.	
30. Viadnct des Dee (Fig. 26, Taf. 10)	dergl.	123,91	45,00	31,00	3839	6,40	—	dergl.	19	18,29	9,15	9,15	—	32,00	3,90	—	32,50	0,67	0	Stärke d. Pfeiler gegen d. Pfeiler 10,00	0,90	—	0,40	4,30	0,72	0,033	0,217						
31. Viadnct von Stockport	Ziegel und steine Werksteln	148,36	32,61	27,43	4060	9,24	121 14	dergl.	22	18,41	9,06	9,90	0,91	23,10	2,04	—	Stichbogen	0	0	—	0,78	0,60	0,55	1,10	0,60	0,060	0,155	0,084					
32. Viadnct der Sheffield-Birmingham Eisenbahn in Manchester	Backsteln	1094,00	13,00	7,30	14027	—	—	Stichbogen	143	9,00 a. 13,00	2,14 a. 0,72	5,07 a. 9,00	0,92 a. 0,75	—	1,45 a. 2,25	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,101 a. 0,170	0,165 a. 0,063	—	—	—	Curve.	
33. Viadnct der Eastern-Counties in London	dergl.	1000,00	9,00	7,65	14140	—	—	Gedrückter Bogen	121	11,00	2,74	—	0,91	2,60	1,62	—	2,80	0	0	—	0,67	0,38	0,32	1,25	—	0,071	0,147						
34. Viadnct von Bure	dergl.	553,00	—	23,00	10120	9,46	95 46	—	23	22,91																							
35. Viadnct von Rufis	Werksteln	464,55	34,38	31,00	13500	8,32	—	Stichbogen	38	15,20	3,00	—	—	15,30	2,15	—	9,10	0	0	—	—	—	0,66	1,55	0,40	0,214	0,141	—	0,356	—	—	Curve von ungefähr 800 Meter Radius.	
36. Viadnct von Walsyn (Fig. 25, Taf. 10)	Backsteln	476,25	39,63	25,58	12114	9,16	151 40	Voller Bogen	49	9,14	4,67	4,67	0,58	23,00	1,65	—	23,00	0,030	0,030	—	1,03	0,10	0,50	0,85	0,85	0,226	0,172	0,725	—	1850	Jos. Cubitt		
37. Viadnct des Wartfeile	—	470,00	37,14	22,50	10555	—	—	dergl.	21	19,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1848	Grainger		
38. Viadnct von Whitley	Backsteln	426,00	21,00	16,10	10265	8,16	—	dergl.	48	12,50 a. 9,17	0,91 a. 0,50	6,25 a. 4,58	0,92 a. 0,48	13,61 a. 10,00	1,72 a. 1,32	6,17 a. 9,08	10,11 10,00	0,00	0,85	—	0,68	—	0,90	0,76	0,50	0,063 a. 0,029	0,126 0,145	0,100 0,115	0,095 —	1829—30			
39. Viadnct von Dolton	Werksteln	391,68	—	25,93	10035	9,15	122 29	—	20	19,30																							
40. Viadnct von Lottkgow (Fig. 24, Taf. 10)	dergl.	400,97	40,70	23,00	9215	9,70	—	Voller Bogen Stichbogen	5 20	8,00 19,30	3,00 3,15	3,00 —	— —	— 28,40	2,50 2,15	— —	— 8,40	— 0	— 0	— —	— —	— —	0,68 —	1,23	0,10	0,297	0,141	—	0,606				
41. Viadnct von Bolton	Werksteln, dieselbe v. Ziegeln	675,00	22,00	11,50	7700	—	—	Voller Bogen	33	11,00 9,00	3,00 4,00	3,30 4,50	0,60 0,48	14,00 6,00	1,75 1,35 a. 1,45	— —	— —	0,85 —	0 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	0,304 0,652	0,120 0,130 a. 0,161	0,100 0,106	—	1847	—	Curve.	
42. Viadnct über die Tyne, bei Newcastle (Fig. 29, Taf. 10)	Feiner Sandstein	275,00	18,00	16,00	7150	7,85	—	dergl.	1	7,00	3,70	3,70	—	4,00	1,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,861	0,102					
									1	4,55	2,12	2,12	—	4,00	0,96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,631	0,097					
									1	18,35	21,37	21,37	1,00	—	3,24	—	—	—	—	—	—	—	0,68	1,10	0,72	—	0,119	0,056					
									1	17,68	21,34	21,34	1,00	—	6,53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,149	0,061	—	—	—		
									2	18,41	15,20	15,20	1,00	—	—	7,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,005					
									6	6,18	3,00	3,00	—	—	1,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,214						
43. Viadnct von Wharncliffe	Backsteln	273,00	—	33,40	6931	10,07	190 19	—	5	21,32																							
44. Viadnct von Cleik	Werksteln, Gleiche v. Ziegeln	356,63	36,59	23,00	8151	9,05	—	Stichbogen	13	13,72	5,40	—	—	22,00	3,98	6,10	22,00	0,03	0,035	—	—	—	—	—	—	0,097	0,218	—	—	—	Harry Robertson	2 Bogen sind von Bolz u. Saben 35,8 Met. Weite. Jeder Pfeiler enthält einen Schacht und ist mit einem eisernenartigen hohlen Bläuen durchsetzt. Die Belastung auf d. Quadratcentimeter, inkl. d. Bogens Bogen 2,83 Kilograf. a. 1,2 über dem Sockel 3,86 Kilograf.	
45. Viadnct von Chapple	Ziegel	341,33	31,33	18,00	6130	9,32	—	Voller Bogen	32	9,15	4,57	4,57	0,91	16,57	1,43	—	10,96	0,09	0,05	—	0,64	—	—	1,17	0,84	0,178	0,156	0,131	1,200	1840	Peter Dawes		
46. Viadnct von Folkestone (Fig. 24, Taf. 10)	dergl.	231,28	35,00	25,00	5318	9,39	—	dergl.	19	9,39	4,60	4,60	0,46	23,60	1,80	—	25,00	0,03	0,04	—	0,35	—	Ziegel 0,47	0,53	0,47	0,303	0,156	0,100	—	—	—		
47. Viadnct von Chester	dergl.	240,08	10,00	9,70	3018	—	—	Stichbogen	50	11,00	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,227	—	—	—	—	Curve von 1200 Met. Radius. 3 Bogen v. Gusseisen.	
48. Viadnct von Bellis	dergl.	192,15	—	20,11	2864	8,24	92 36	—	11	9,10	2,84	3,41	0,34	4,15	1,22	—	4,15	0	0	—	—	—	—	—	—	1,189	0,128	0,111					
49. Viadnct von Ashes	Werksteln mit Ziegelgewölbe	240,16	—	13,72	2119	8,48	128 40	—	1	16,56																							
									19	9,18																							
50. Viadnct des Avon	Backsteln	273,84	—	15,55	2115	8,58	111 71	Gedrückter Bogen	11	15,70	4,57	Diameter Radius 13,63	0,89	6,10	2,16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,079	0,150	0,057					
51. Canalbrücke von Cirk	Werk- und Backsteln	206,16	22,90	19,00	3898	6,71	—	Voller Bogen	30	12,21	6,12	6,12	—	—	3,66	—	—	0,05	0	—	—	—	—	—	—	—	0,230						
52. Viadnct von Stifnat nach Birmingham	Backsteln	285,00	9,00	8,50	2373	8,00	—	Stichbogen	35	9,00	3,00	4,00	0,61	4,00	1,32	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	1,028	0,147	0,125	—	—	—	In Bogen von 200 bis 400 Meter Radius.	
53. Viadnct der Birmingham-Chester Eisenbahnstrecke in Birmingham	Werksteln und Ziegel	316,00	9,10	9,10	2877	9,00	—	dergl.	20	9,60	2,14	—	—	4,24	1,29	—	—	—	—	—	—	—	0,26	1,10	—	1,189	0,141	—	—	—	—	In Bogen von 1670 Meter Radius.	
54. Viadnct von Dee (Fig. 23, Taf. 10)	—	144,85	33,70	—	—	12,49	—	dergl.	4	27,45*) 29,26**)	9,15 11,58	14,66 12,63	0,98 0,71	20,42 20,40	3,35 1,52	— —	19,83 25,01	0 0	0 0	— —	— —	0,20 —	— —	— 1,37	— 0,27	0,926 —	0,172 0,037	0,102 0,030	0,720	1921	Telford.	*) Curve der Fahrbahn. **) Unter den Trottoirs die Pfeiler im Innern hohl.	
55. Viadnct von Pathhead	—	132,20	22,00	—	—	7,32	—	Voller Bogen	5	15,02*) 16,47**)	7,63 2,44	7,62 —	— —	10,61 10,61	1,22 1,22	— —	17,39 17,39	0 0	0 0	— —	— —	— —	— —	— 1,22	— 0,93	0,746 —	0,161 0,135	— —	— —	1928 1919	Dunsiie Dunsiie	Die Pfeiler im Innern hohl.	
56. Viadnct über die Mosel.	—	—	11,00	—	—	7,15	—	dergl.	3	14,06	7,02	7,02	—	20,20	2,59	—	23,94	0,025	0,010	—	—	—	—	—	—	0,496	0,163	—	—			Man sehe die Durchrollung und Beanfang.	
56a. Hängebrücke über den Mosel	Bäume von Eisenblech	341,30	35,00	23,00	18520	—	823 01	Flacher Bogen	3	116,38	—	—	—	—	13,93	in Bahnhöhe			—	17,26 An Fuss d. Pfeiler				—	—	—	—	—	—	—	Robert Stephenson.	
									2	109,85	—	—	—	—	9,75																		

III. Tabelle über die Dimensionen, Preise u. s. w. der vornehmlichsten Eisenbahn-Viaducte in Deutschland.

Bezeichnung der Viaducte.	Art des Baumaterials.	Ganze Länge.	Grösste Höhe.	Mittle Höhe.	Flächeninhalt des Längenprofils, die Oeffnungen für voll gerechnet.	Obere Breite.	Preis des Quadratmeters bei Viaducten von mehreren Bögen.	Nummer der Bögen, wo deren mehre vorhanden.	Höhe der Bögen bei den Viaducten, wo mehre statt haben.	Form der Bögen.	Anzahl der Bögen.	Oeffnung der Bögen.	Pfeile der Bogenstücke.	Halbmesser der Bögen.	Stärke der Bögen im Scheitel.	Höhe der grössten Pfeiler.	Stärke der Mittelpfeiler oberhalb.	Stärke der Hauptpfeiler an der Kreuzung.	Belastung des Quadratmeters.	Höhe der Brustmauer von dem Schienenoberkante.	Stärke der Brustmauer.	Die Stärke der Mittelpfeiler oberhalb bei gleich der Oeffnung mal:	Die Stärke der Bögen im Schlusse bei gleich dem Halbmesser mal:	Zeit der Aufbaues.	Name des Ingenieurs.	Bemerkungen.
		Met.	Met.	Met.	□Met.	Met.	Fr. Cent.		Met.			Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Kilgr.	Met.	Met.	Met.	Met.			
								1	21,22	Kreisstück	10	11,00	—	7,13	—	19,25	5,38	3,45	9,22	—	—	—				
57. Göltzschthal-Viadukt in Sachsen (Fig. 2, Taf. 9)	Ziegel	579,10	80,37	47,00	27227	7,00	249 32	2 3	20,79 17,36	Ueberhöhter Bogen durch zwei Bögen Kreisstück desgl.	1 14 23	28,33 12,75 13,00	— — —	gegen 14,16 7,13 7,13	1,12 0,65 —	24,52 — —	7,53 6,53 3,68	7,28 6,80	10,32 9,32	— — —	— — —	— — —	0,080 0,061	1846—51	—	Die Pfeiler und Stirnmauern der Bögen sind nicht eingerechnet; der angegebene Preis des Quadratmeters ist der Anschlagspreis.
								4	19,29	Ueberhöhter Bogen durch zwei Bögen Voller Bogen	1 20	20,79 14,26	— 7,13	— 7,13	— —	— 49,00 von Thalsohle an	4,10 3,12	6,42	7,34	1,70	—	0,219				
58. Viadukt des Pesnitzthals in Oesterreich	—	233,00	22,00					1	21,34	Ueberh. Bogen	2	28,33 u. 28,62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1846—51		
59. Ueberbrückung des Elsterthals in Sachsen (Fig. 8, Taf. 9)	Ziegel	260,57	68,75	40,70	10533	7,93	Durchschnitt 8,75			Volle Bögen	4	7,00														
								2	30,19	Ueberh. Bogen Volle Bögen	6 4	31,19 u. 28,35 7,08	— —	— —	— —	— —	6,20 —	— —	— 9,56	— 1,70	0,146				
60. Viadukt des Bobrthals in Schlesien	Brach- und Werksteln	488,01	65,00	21,00	10254	—	196 30	—	—	Gedrückter volle Bögen	23	6,00 u. 20,00	—	—	—	—	—	—	—	1,67	0,24	—	—	—	—	Durchbrochene Brüstung.
61. Viadukt von Göritz in der Lausitz (Sachsen)	Rauher Granit	465,76	55,15	21,30	10194	8,75	225 50	—	—	Volle Bögen desgl. desgl. desgl.	6 6 10 3	18,85 12,55 3,41 7,55	— — — —	9,41 6,27 1,70 3,76	— — — —	23,00 17,00 9,50 6,50	— — — —	— — — —	— — — —	1,20 1,00 0,50 1,00	0,45 0,45 0,45 0,45	— — — —	— — — —	0814—47 —	— —	Die Brüstung von weissem Sandstein und durchbrochen.
62. Zschopau-Viadukt in Sachsen	—	391,00	38,00																								
63. Viadukt von Johannisbach in Preussen	Rauher Bruchstein	360,00	21,30	19,60	7564	8,61	225 50	—	—	Volle Bögen	28	11,34	3,12	5,72	—	—	2,97	3,21	—	—	—	0,102	—	—	—	Die Brüstung durchbrochen von Ziegeln. Weder an der Iser, noch an der Stirnmauern Kniebeug. Auf 435786 Frcs. veranschlagt.
64. Viadukt von Dobkenkäle in Sachsen	—	209,30	51,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
65. Viadukt des Gentbals in Preussen	Ziegel	108,08	36,70	32,00	6238	8,47	681 76	1 2	21,00 16,10	Voller Bogen desgl.	13 17	9,41 9,56	4,70 4,77	4,70 4,77	— —	— —	2,20 2,04	— —	— —	— —	— —	0,234 0,214	— —	1843—45	—	Zwei Hauptpfeiler mit fast doppelter Stärke der Mittelpfeiler.
66. Viadukt von Heiligenborn in Sachsen	—	212,00	10,00																							
67. Viadukt von Steina in Sachsen	—	225,00	30,00																							
68. Viadukt von Löbau in Sachsen (Fig. 16, Taf. 9)	—	150,31	19,00	27,00	5139	—	—	—	—	desgl.	7 2	12,00 11,00	6,00 5,66	6,00 5,66	— —	— —	0,80 —	3,07 5,66	—	—	—	0,170	—	1843—49		
69. Viadukt des Baches von Neumark		225,00	24,30																							
70. Viadukt von Gospersgrün in Sachsen	Ziegel	276,00	22,70	21,25	4815	—	—	—	—	desgl. desgl.	13 4	11,33 8,00	5,66 2,83	5,66 2,00	— —	— —	2,53	— —	— —	— —	— —	0,256	—	—	—	Curve.
71. Viadukt von Aachen in Preussen	desgl.	326,14	39,01	15,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1838—40	Pi-Sel.	
72. Viadukt von Königstein in Sachsen	—	464,00	10,25	9,00	—	—	—	—	—	Gedrückte u. Stichbögen	32	17,00 11,33 9,00	— — —	— — —	— — —	— — —	3,40 2,27	— —	— —	— —	— —	0,500 0,200				
73. Iller-Viadukt in Bayern	—	157,00	26,00																							
74. Viadukt des Bachthals in Sachsen.	Rauher Bruchstein	322,00	18,00	17,00	5737	—	112 50	—	—	Voller Bogen	31	17,00	8,50	8,50	—	—	2,50	—	—	—	—	0,165	—	1844—45		
75. Viadukt von Staffen in Bayern	—	188,00	27,00																							
76. Viadukt des Laichachthals in Bayern	—	152,00	27,00																							
77. Viadukt der Sprentbals in Sachsen (Fig. 13, Tf. 9)	gespitzter Bruchstein	225,75	35,40	15,00	3384	—	98 55	—	—	desgl. desgl.	3 10	17,00 8,50	8,50 4,25	8,50 4,25	— —	— —	4,01	—	—	—	—	0,283	—	1843—46		
78. Viadukt des Neckarthals in Württemberg	—	312,00	—	11,20																						
79. Viadukt von Herrnhut in Sachsen (Fig. 13, Tf. 9)	—	—	24,00	24,00	—	—	—	—	—	desgl.	5	15,00	7,50	7,50	—	—	2,55	—	—	—	—	0,170				
80. Viadukt von Oberkunnersdorf in Sachsen (Fig. 12, Taf. 10)	—	—	29,00	—	—	—	—	—	—	Gedrückter Bogen Voller Bogen	3 4	17,00 11,33	— 5,66	— 5,66	— —	— —	2,12 2,25	— —	— —	— —	— —	0,183 0,198				
81. Viadukt von Gross-Schweinitz in Sachsen (Fig. 14, Taf. 10)	—	—	30,00	—	—	—	—	—	—	desgl.	7	13,43	6,72	6,72	—	—	2,65	—	—	—	—	0,197				
82. Viadukt von Nellhen in Sachsen (Fig. 11, Tf. 10)	—	—	12,00	—	—	—	—	—	—	desgl. desgl.	3 4	11,33 8,50														

IV. Tabelle über die Dimensionen u. s. w. einiger Viaducte in verschiedenen anderen Ländern.

Bezeichnung der Viaducte.	Art des Baumaterials.	Ganze Länge.	Grösste Höhe.	Mittle Höhe.	Fläche des Längenprofils, die Bögen voll gerechnet.	Obere Breite.	Kosten des Quadratmeters d. Profilfläche, wie oben gemessen.	Nummer der Bögen, wo mehre vorhanden.	Höhe der Bögen, wo mehre vorhanden.	Gestalt der Bögen.	Anzahl der Bögen.	Oeffnung der Bögen.	Pfeil der Bögen.	Halbmesser der Bögen.	Stärke der Bögen im Schlusse.	Höhe der grössten Pfeiler.	Stärke der Mittelpfeiler oben.	Stärke der Hauptpfeiler an der Kreuzung.	Höhe der Schiffe.	Belastung der Schiffe an der Stirnmauer.	Belastung der Schiffe auf das Längenfeld.	Mittle Belastung der Pfeilerlängenfeld, ohne Rücksicht auf Abzüge.	Mittle Belastung der Pfeilerlängenfeld, ohne Rücksicht auf Abzüge.	Abstand des Korbes von der Bahnhöhe.	Höhe der Pfeilerbrüstung.	Höhe der Bogenbrüstung.	Höhe der Bedeckung über der Kämpfer.	Stärke der Bedeckung.	Die Bogenstärke ist gleich der Höhe im Scheitel mal:	Die obere Stärke der Mittelpfeiler ist gleich der Oeffnung mal:	Die Gewölbstärke im Schlusse ist gleich dem Halbmesser mal:	Die Pfeilerhöhe ist gleich der Oeffnung mal:	Zeit der Erbauung.	Name des Erbauers.	Bemerkungen.
		Met.	Met.	Met.	□Met.	Met.	Fr. Cent.		Met.			Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.			
83. Viadukt der Lagunen in Venedig	Gute u. gespitzter Bruchstein	3799,00	3,00	3,00	20110	9,42	223 34	—	—	Kreisstück	200	10,16	1,68	7,84	0,66	1,23	2,13	11,43	1,32	0	0	0,80	0,25	0,35	0,32	—	—	0,210	0,153	—	1841—46	Milani	Siehe Bemerkung.
84. Viadukt von Dolhain in Belgien	Werk- und Backstein	288,00	19,20	17,70	4720	9,00	—	—	—	desgl.	20	10,00	4,82	5,04	0,66	11,08	2,00	—	9,18	—	0,000	0,298	0,021	1,50	—	—	—	0,30	0,080	0,132	0,804	—	—	—			
85. Viadukt von Lausanne in der Schweiz	Werk- und Bruchstein	200,00	25,00	16,00	3200	8,85	—	1 2	11,60 —	Voller Bogen desgl.	1 19	6,60 7,55	3,10 3,77	3,10 3,77	— —	— 6,70	7,15 1,60	— —	— —	— 0,05	— 0,05	— —	— —	— —	0,45 —	0,45 1,25	— —	0,725	0,242	— —	— —	— —	—	—		desgl.	
86. Viadukt v. Moncalieri (Turin-Genua) in Eisenbahn	Ziegel	248,47	8,43	6,43	1593	—	—	—	—	Kreisstück Voller Bogen	2 25	11,30 5,00	2,30 2,50	— 2,50	— 0,75	— 3,95	— 1,80	— 4,70	— 3,35	— —	— —	— —	— —	— —	— 0,50	— 0,34	— 0,82	— —	— —	— —	— —	1849	Lalbaseen.			
87. Viadukt von Thomas in Amerika	Werksteln	314,55	20,13	13,13	4322	—	—	—	—	desgl.	8	17,79	8,89	8,89	—	9,42	3,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,372	0,171	—	—	—	Lairein.		desgl.	
88. Brücke von Fuchou in China	desgl.	2835,00	48,00	48,00	136080	18,10	439 10	—	—	desgl.	100	30,00	15,70	15,70	—	19,70	23,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,000	0,684	—	—	—	—		desgl.	
89. Brücke von Layang in China	desgl.	2000,00	—	—	—	—	—	—	—	Flach.	100	21,30	0	0	—	22,00	4,87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,500	—	—	—	—		desgl.	

V. Tabelle der Dimensionen u. s. w. von Aquäducten in verschiedenen Ländern.

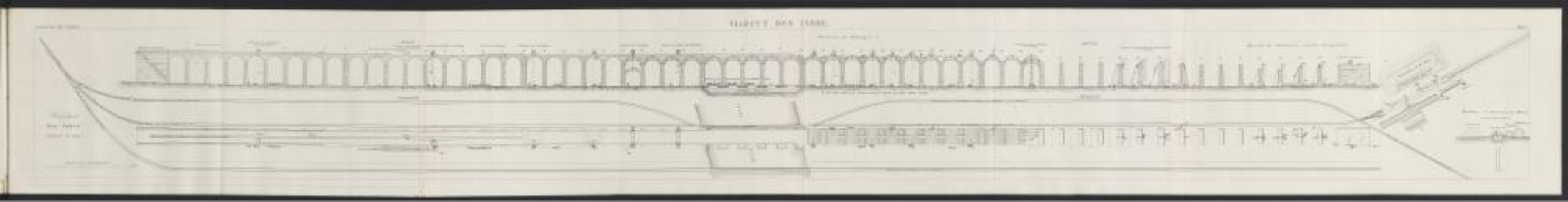
Benennung der Wasserleitungen (Aquädukte.)	Art des Baumaterials	Grosse Länge.	Grosse Höhe.	Mittle Höhe.	Fläche des Längenprofils, die Bögen voll gerechnet.	Breite oberhalb.	Kanon des Quadratmeters jener Fläche, als voll gerechnet.	Nummer der Etagen, wo sich mehre vorfinden.	Höhe d. Etagen, wo mehre vorhanden sind.	Form der Bögen.	Anzahl der Bögen.	Oeffnung der Bögen.	Pfeil des Kreisstücks.	Radius der Bögen.	Stärke der Bögen im Schlusse.	Höhe der grossen Pfeiler.	Obere Stärke der Mittelpfeiler.	Einziehung d. Stirnseiten der Schilde.	Einziehung der Langseiten der Schilde.	Belastung des Quadratcentimeters.	Abstand des Scheitels des Intrados von dem Rette des Gerüstes.	Höhe der Pfeilerbrüstung.	Höhe der Hauptbrüstung.	Stärke der Brustmauer.	Die Bogenöffnung ist gleich der Scheitelhöhe mal:	Die obere Stärke der Mittelpfeiler ist gleich der Oeffnung mal:	Die Bogenstärke im Schlusse ist gleich dem Halbmesser mal:	Zeit der Aufbauten.	Name des Erbauers.	Bemerkungen.
		Met.	Met.	Met.	□Met.	Met.	Pr. Cent.		Met.			Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Kilogr.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.			
90. Aquädukt von Lozza	Werk- und Backstein	3312,00	18,00	16,40	58105	2,37	19,45	—	—	Voller Bogen	159	5,17	2,59	2,58	—	—	3,84	—	—	—	—	—	—	—	—	0,743	—	1833—35	Nobilini	Breite des Wasserbettes = 0,63 Meter.
91. Aquädukt von Pisa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	969	4,66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1604—13		
92. Aquädukt von Lissabon	—	gegen 1100,00	83,00	—	—	—	—	—	—	Spitzbogen	32	24,00																		
93. Aquädukt von Spoletto (Fig. 4, Taf. 9)	Werkstein	247,00	120,00	—	26300	—	—	1	101,00	desgl.	10	21,44	—	—	—	8,50	3,57	—	0	45,43	—	—	—	—	0,304	0,167	—	741	Unter Theoderich.	
								2	20,00	desgl.	20																			
94. Aquädukt von Segovia	—	—	24,00	—	—	—	—	—	—	—	über 150	1,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	Trajan	Zwei Etagen.
95. Aquädukt von Beaucaire (Fig. 5 u. 6, Taf. 9)	Werkstein	390,00	81,00	53,00	20670	4,50	338,63	1	34,10	Voller Bogen	13	15,00	7,50	7,50	1,10	24,40	5,50	—	—	14,68	—	1,50	1,50	—	0,476	0,363	0,132	—	De Mestricher.	
								2	34,80	desgl.	16	16,00	8,00	8,00	1,10	24,00	4,50	—	—	—	—	1,00	1,00	—	0,500	0,284	0,135			
								3	12,60	desgl.	34	5,00	2,50	2,50	1,00	6,56	1,90	—	—	—	1,00	0,50	0,50	1,00	0,552	0,367	0,400			
96. Aquädukt von St. Clément	desgl.	980,00	28,00	20,00	19600	1,35	—	1	—	desgl.	70	8,45	4,22	4,22	—	—	3,72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,441	—	1753	Pitot	Siehe Bemerkung.
								2	—	desgl.	—	2,72	1,36	1,36	—	—	1,32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,490			
97. Aquädukt von Caserta	Werk- und Backstein	514,31	56,51	38,00	19544	5,14	—	1	17,25	desgl.	1	7,68	3,84	3,84	—	11,10	4,71	—	—	19,56	—	0,78	0,78	—	0,514	0,613		—	1753	Vanvitelli	Siehe Bemerkung.
										desgl.	16	6,44	3,22	3,22	—	11,10	4,71	—	—	—	—	0,78	0,78	—	0,450	0,731				
								2	18,24	desgl.	1	7,68	3,84	3,84	—	12,74	4,71	—	—	—	—	0,78	0,92	—	0,603	0,613				
										desgl.	26	6,44	3,22	3,22	—	12,74	4,71	—	—	—	—	0,78	0,92	—	0,404	0,731				
								3	22,72	desgl.	1	7,68	3,84	3,84	—	13,49	4,71	—	—	—	—	0,78	1,18	1,31	0,444	0,613				
										desgl.	42	6,44	3,22	3,22	—	13,49	4,71	—	—	—	1,84	0,78	1,18	1,31	0,286	0,731				
98. Erste Etage des Aquädukts von Maintenon	Bruch- und Werksteine und Ziegel	gegen 6000,00	32,00	—	—	14,29	—	1	32,10	desgl.	45	13,06	6,53	6,53	—	19,52	7,70	0,012	0	—	—	0,65	—	—	0,507	0,589	—	1684—88	Vauban	Desgleichen.
Zweite Etage	—	—	—	—	—	—	—	2	27,64	desgl.	—	13,06	6,53	6,53	—	15,26	7,70	0,012	—	—	—	0,65	—	—	0,591	0,589				
Dritte Etage	—	4000,00	von dem Thal 74,65	—	—	6,95	—	3	14,93	desgl.	—	5,84	2,92	2,92	—	7,14	6,14 u. 2,92	0,010	—	—	1,95	—	—	1,30	0,581	1,055 u. 0,500				
99. Aquädukt von Marly	Harter Bruchstein; zu den Kanten Werkstein	644,00	25,00	—	—	1,95	—	—	—	desgl.	—	7,80	3,90	3,90	—	—	7,80	—	—	—	—	—	—	—	—	1,000	—	—	Unter Ludwig XIV.	
100. Aquädukt von Carpentras	—	780,00	25,00	—	—	2,27	—	—	—	desgl.	33	11,70	5,85	5,85	—	—	3,90	—	—	—	—	—	—	—	—	0,333				
										desgl.	12	7,80	3,90	3,90															
										Kreisstück	1	25,40																		
101. Aquädukt des Gard (Fig. 16a, Taf. 9)	Werkstein	verkleidet 960,00	48,77	—	9200	2,06	—	1	20,12	Voller Bogen	1	24,52	12,26	12,26	1,60	—	4,55	0	0	18,72	—	—	—	—	—	0,170	0,121	Einige Jahre vor Chr. Geb.	—	Desgleichen.
										desgl.	4	19,20	9,60	9,60	1,55	—	4,55	—	—	—	—	—	—	—	—	0,237	0,162			
								2	20,12	desgl.	1	15,00	7,50	7,50	1,55	—	4,55	—	—	—	—	—	—	—	—	0,204	0,208			
										desgl.	1	24,52	12,26	12,26	1,60	—	4,55	0	0	—	—	—	—	—	—	0,175	0,121			
										desgl.	8	19,20	9,60	9,60	1,54	—	4,55	—	—	—	—	—	—	—	—	0,237	0,162			
										desgl.	4	15,00	7,77	7,77	1,55	—	4,55	—	—	—	—	—	—	—	—	0,188	0,200			
								3	8,53	desgl.	—	4,80	2,40	2,40	0,60	—	1,80 u. 3,50	0	0	—	2,60	—	—	—	—	0,375				
102. Aquädukt von Buc	Roter harter Stein; die Kanten von Werkstein	476,00	21,45	—	9000	2,35	—	—	—	Voller Bogen	19	9,75	4,87	4,87	—	—	11,75	0,036	0	—	—	—	—	—	—	1,200	—	1686	—	Die hier angegebenen Dimensionen sind die der zweiten Etage; die erste ist durch Erdaufwurf verschüttet.
103. Aquädukt von Arcueil	Werkstein	300,00	22,00	—	—	3,57	—	—	—	desgl.	9	7,80	3,90	3,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1624	Entwurf v. Lahrosse, ausgeführt von Marie de Medicis.	
104. Aquädukt von la Crau d'Arles	—	625,00	10,00	10,00	6250	3,20	—	—	—	desgl.	—	5,85	—	—	—	—	3,90	—	—	—	—	—	—	—	—	0,665	—	1558		
105. Aquädukt von Tarragona	—	272,86	31,50	16,25	4424	—	—	1	—	desgl.	11	6,50	3,25	3,25	—	—	3,95	—	—	—	—	—	—	—	—	0,600				
								2	—	desgl.	26	7,15	3,57	3,57	—	—	3,60	—	—	—	—	—	—	—	—	0,364				

VI. Tabelle von den merkwürdigeren bekannten Brücken *).

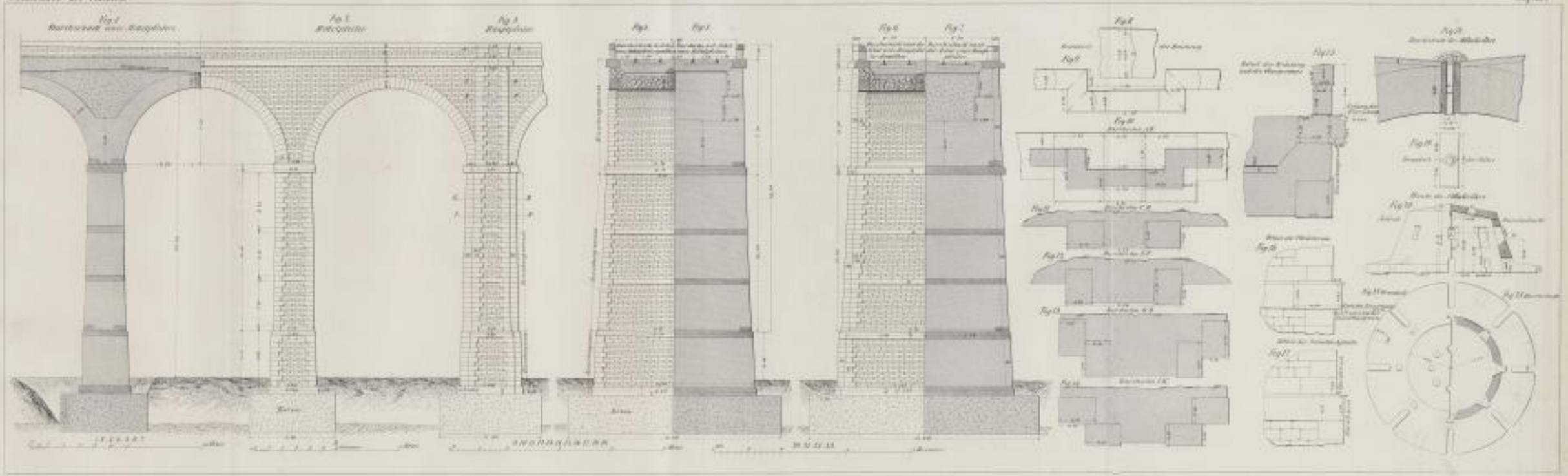
Bezeichnung der Brücken.	Form der Bögen.	Anzahl der Bögen.	Oeffnung der Bögen.	Pfeil des Kreisstücks.	Längster Halbmesser.	Stärke der Gewölbe im Schlusse.	Höhe der Auflage von dem niedrigsten Wasserstand od. der Brückbahn.	Stärke der Pfeiler in den Bogenanfängen.	Stärke der Stirnpfeiler an den Bogenauflagern.	Breite von Stirnmauer zu Stirnmauer.	Der Pfeil ist gleich der Oeffnung getheilt durch:	Die Gewölbstärke im Schlusse ist gleich dem längsten Radius mal:	Die Gewölbstärke im Schlusse ist gleich der Oeffnung mal:	Die Pfeilerstärke ist der Oeffnung mal:	Die Stärke der Stirnpfeiler ist gleich der Oeffnung mal:	Zeit der Erbauung.	Name des Erbauers.	Bemerkungen.
			Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.			
106. Fabricienbrücke in Rom; jetzt di Quattro-Capi	Voller Bogen	2	25,34	12,67	12,67	1,62	1,62	9,75	8,12	15,60	2,0	0,128	0,064	0,385	0,250	62 *) 19—31 **)	Fabricius Unter Tiber	*) Jahr der Republik. **) Nach Christi Geburt.
107. Brücke von Sanmière über den Vidourle	desgl.	1 12 2 2	9,75 9,10 6,75 4,85	4,87 — — —	4,87 — — —	0,92 — — —	1,85 1,85 1,85 1,85	2,93 2,93 2,93 2,93	—	7,50	2,0	0,188	0,094	0,300	—			
108. Engelsbrücke zu Rom oder Aelionbrücke	desgl.	7	19,50 u. 7,75	9,75	9,75	1,46	1,62	7,47	6,82	13,50	2,0	0,150	0,075	0,384	0,350	138	Messias Rusticus	Drei grosse und vier kleine Bögen.
109. Ponteldbrücke in Rom, od. Brücke d. Castius	desgl.	1	23,40	11,70	11,70	1,46	2,27	—	9,10	9,42	2,0	0,125	0,062	—	0,390	—	Castius Gallus	
110. Regensburger Brücke über die Donau	desgl.	15	18,54	9,27	9,27	0,97	1,30	6,18	6,18	7,80	2,0	0,105	0,052	0,333	0,311	1135	Unter Heinrich dem Stolzen	
111. London-Brücke	Spitzbogen	9	20,80 u. 21,10	5,95	—	—	3,90	9,10	—	16,25	3,6	—	—	0,135	—	1176, 1209 *)		*) Repatirt 1751.
112. Avignon's Brücke über die Rhone	Voller Bogen	21*)	31,26	15,68	15,68	0,74	—	6,96	26,43	4,68	2,0	0,047	0,024	0,222	0,842	1177—87	Benedict	Siehe Bemerkung.
113. Dresdner Elbbrücke, in Sachsen	desgl.	16	22,10	11,05	11,05	1,95	—	9,10	12,35	11,38	2,0	0,176	0,088	0,412	0,515	1344	Matth. Fetlin	
114. Heil'ge Geistbrücke über die Rhone	Kreisstück	19	34,77 u. 21,70	13,65	21,45	1,90	—	8,48	9,75	5,36	2,5	0,091	0,052	0,244	0,280	1265—1309	Gebrüder Dupont	Desgleichen.
115. Guillotière-Brücke in Lyon	desgl.	18	31,20 u. 8,00	11,70	19,17	0,65	—	10,40	10,40	—	2,6	0,034	0,021	0,333	0,353	1265	Dieselben	Die Angabe der Schlussstärke, nach Wiebeking.
116. Cirel-Brücke über den Tech bei Perpignan	Voller Bogen	1	45,00	22,50	22,50	1,62	—	—	—	3,90	2,0	0,072	0,036	—	—	1336	—	Siehe Bemerkung.
117. Brücke von Verona bei dem alten Schlosse	Kreisstück	3	44,52 20,65 10,07	10,03 6,50 5,30	27,62 — —	1,62 — —	— — —	11,05 6,82 —	10,40 6,50 —	6,82 — —	4,1	0,069	0,036	0,247	0,234	1354	Unter Can-Grande della Scala	Desgleichen.
118. Brücke von Castellaun über den Verdon	desgl.	1	27,52	9,10	22,42	1,30	—	—	—	—	3,0	0,048	0,047	—	—	1404		
119. Brücke von Vieille-Brioude über den Allier	desgl.	1	54,20	21,00	28,00	1,30	—	—	13,67	4,87	2,6	0,047	0,024	—	0,251	1454	Gredier und Estene	Desgleichen.
120. Brücke von Notre-Dame in Paris	Voller Bogen	6	17,30 u. 9,50	8,65	8,65	1,62	4,90	3,90	5,36	21,60	2,0	0,187	0,094	0,226	0,310	1507	Jocende.	
121. Brücke von Toulouse über die Garonne	Gedrückter Bogen	7	31,45 u. 13,65	11,70	22,10	1,14	1,80	8,12	—	19,50	3,0	0,049	0,033	0,236	—	1543—1632	Souffron	Von Ziegeln; die Kanten Werkstücke.
122. Brücke über den Doux bei Tournon	Bogenstück	1	47,78	19,52	21,06	0,65	—	—	—	4,87	2,4	0,035	0,018	—	—	1545	—	Siehe Bemerkung.
123. Pontneuf zu Paris	Voller Bogen	12	19,50 u. 13,00	9,75	9,75	1,16	—	4,22	5,85	22,10	2,0	0,140	0,070	0,216	0,301	1578—1604	Cerceau und Marchand	Siehe Bemerkung.
124. Ponteldbrücke in Venedig	Kreisstück	1	29,25	7,80	19,50	—	—	—	—	19,50	3,7	—	—	—	—	1587—91	Antonius oder Mich. Angelo	
125. Bedeckte Brücke zu Pavia über den Tessin	Spitzbogen	7	21,45	19,50	26,00	1,19	—	5,69	7,47	—	1,1	0,046	0,046	0,265	0,250	—	Unter Galeas Visconti, Herzog v. Mailand	Von Ziegeln. Nach Gauthey sollen die Pfeiler nur 4,87 Meter Stärke haben.
126. Bedeckte Brücke zu Florenz über den Arno	Kreisstück	3	29,25	5,85	25,00	1,62	3,76	7,15	8,77	—	5,0	0,062	0,055	0,245	0,200			
127. Fleischerbrücke in Nürnberg	desgl.	1	30,67	4,55	24,37	1,30	—	—	13,00	16,25	6,8	0,053	0,042	—	0,421	1598	Peter Carle	
128. Brücke von Cognet über den Drac	Voller Bogen	1 1	26,00 5,00	13,00 2,50	13,00 2,50	1,10	4,20	—	—	3,60	2,0	0,108	0,054	—	—	1605		
129. Brücke von Claix, bei Grenoble, üb. den Drac	Kreisstück	1	45,80	16,57	25,35	0,98	—	—	6,02	6,17	2,6	0,039	0,021	—	0,148	1611	—	Siehe Bemerkung.
130. Brücke St. Michel in Paris	Voller Bogen	4	13,64 u. 9,75	6,82	6,82	1,95	2,90	3,57	4,87	34,10	2,0	0,295	0,142	0,262	0,357	1618		
131. Brücke von la Tournelle, in Paris	desgl.	6	17,88 u. 13,65	8,94	8,94	1,63	4,90	2,90	—	16,25	2,0	0,189	0,091	0,218	—	1620—36	Marie	
132. Brücke von Hotel-Dieu zu Paris	desgl	4	11,70 u. 11,05	5,85	5,85	—	—	3,57	—	—	2,0	—	—	0,305	—	1634	—	Desgleichen.
133. Marienbrücke in Paris	desgl	5	17,88 u. 13,65	8,94	8,94	1,30	4,30	3,57	8,12	23,70	2,0	0,145	0,072	0,200	0,454	1635—38	Marie	Desgleichen.
134. Brücke zu Change in Paris	desgl.	7	15,60 u. 10,72	7,80	7,80	1,62	4,50	4,87	4,87	—	2,0	0,208	0,104	0,313	0,312	1639—1647		
135. Tuilleriebrücke	Gedrückter Bogen	5	21,40 u. 20,80	7,82 7,50	—	1,46	—	4,55	6,17	16,90	3,0	—	0,062	0,195	0,364	1685	Mansard	
136. Brücke von Moulin (1710 eingestürzt)	—	1 2	44,85 35,10	—	—	—	—	11,05	—	—	—	—	—	0,264	—	1705—10	Dieselbe	Desgleichen.
137. Brücke von Blois, über die Loire	Gedrückter Bogen	11	26,31 u. 16,56	9,42	17,54	2,11	1,62	4,82 u. 4,85	9,75	14,95	2,8	0,120	0,060	0,259	0,271	1723	Von Gabriel entw., v. Pitrou ausgeführt	
138. Caristbrücke in Nürnberg	desgl.	—	14,59	4,87	11,37	1,30	0,97	4,21	—	5,85	3,2	0,114	0,062	0,270	—	1728		
139. Brücke von la Ferté, über die Marne	desgl.	1	19,49	7,15	16,19	1,13	0,65	—	8,12	6,82	2,7	0,062	0,036	—	0,416	—	Pitrou	
140. Brücke des Tôtes, über die Durance	Voller Bogen	1	37,68	18,84	18,84	1,44	—	—	—	4,86	2,0	0,076	0,038	—	—	1732	Hardiana	
141. Brücke von Villeneuve-d'Agen, üb. den Lot	desgl.	4	der eine 40,43	20,21	20,21	1,62	1,95	—	—	5,37	2,0	0,080	0,040	—	—	1732		
142. Brücke von Compiegne, über die Oise	Gedrückter Bogen	3	23,39 u. 21,44	7,80 u. 5,88	16,24	1,30 u. 0,97	—	3,90	5,85	9,75	3,1	0,080	0,036	0,167	0,250	1752	Entw. v. Lahitte; ausgeführt v. Hupeau	
143. Westminsterbrücke in London	Voller Bogen	15	24,04 u. 8,12	12,32 u. 4,06	12,32 u. 4,06	1,95 u. 0,97	—	5,52 u. 3,90	—	14,29	2,0 u. 2,0	0,138 u. 0,238	0,079 u. 0,119	0,224	—	1739—51	De la Belge und de la Bêle	Desgleichen.
144. Brücke von Chanaes, über die Mosel	desgl.	10	18,84 u. 10,00	9,42	9,42	1,30	1,30	3,20	—	—	2,0	0,138	0,069	—	—	1749		
145. Brücke von Pont-de-Pile, über die Creuse	Gedrückter Bogen	1 2	31,65 30,00	12,35	31,76	1,30	—	5,85	—	—	2,6	0,060	0,041	0,185	—	1747	Bayeux	
146. Brücke von Orleans, über die Loire	desgl.	9	32,48 u. 20,88	9,10 u. 4,87	23,39	2,11 u. 1,78	0,32	5,85 u. 5,52	7,15	14,93	3,6	0,082	0,065	0,190	0,220	1750—60	Entw. v. Hupeau; Ausführung v. Perronet	Desgleichen.
147. Brücke von Tour, über die Mosel	desgl.	7	16,24 u. 14,61	5,85	11,05	1,30	—	3,57	7,15	—	2,8	0,118	0,060	0,220	0,440	1754	Gourlain	
148. Brücke von Tours, über die Loire	Gedrückter Bogen	15	21,56	8,12	19,49	1,30	—	4,87	—	14,68	3,0	0,067	0,033	0,198	—	1755—77, 1830	Bayeux	Siehe Bemerkung.
149. Brücke von Saumur, über die Loire	desgl.	19	19,49	6,50	16,89	1,46	1,30	3,90	4,87	13,64	3,0	0,087	0,073	0,200	0,250	1756—64	Veglie und Cessart	
150. Brücke über den Taufen in England	Kreisbogen	1	46,47	11,37	28,40	1,12	—	—	—	—	4,1	0,010	0,024	—	—	1756	Edward	
151. Papstbrücke über den Kreus	Gedrückter Bogen	7	14,77	6,50	7,80	1,30	—	3,90	—	—	2,3	0,166	0,088	0,261	—	1756	Pitot	
152. Brücke von Mantes, über die Seine	desgl.	1 2	38,98 35,08	11,85 10,39	27,29	1,95	—	7,80	8,77	10,83	3,3	0,071	0,050	0,200	0,225	1757—1765	Hupeau und Perronet	Desgleichen.
153. Brücke von Moulins, über den Allier	desgl.	13	19,49	6,50	12,99	0,97	0,97	3,90	11,69	13,64	3,0	0,075	0,050	0,200	0,600	1758—60	Begnaortes	
154. Brücke von Triyert, über die Marne	Kreisstück	3	24,46 u. 22,39	8,77 u. 8,44	12,83	1,46	6,77	4,87	5,85	9,75	2,8	0,151	0,080	0,200	0,240	1758—64	Projicirt v. Perronet; ausgeführt v. Chezy	
155. Brücke von Bole, über den Doubs	Gedrückter Bogen	7	18,84 u. 15,92	5,85	13,64	1,30	—	3,10 u. 3,25	4,87	—	3,2	0,095	0,069	0,186	0,257	1760—64	Gocret	
156. Brücke von Gravent, über die Yonne	desgl.	3	19,49 u. 17,54	6,50	13,06	1,30	2,60	3,90	—	—	3,0	0,093	0,067	0,200	—	1760	Adwine	
157. Blackfriarsbrücke in London	Kreisbogen	9	29,80 u. 22,09	12,35	—	—	1,95	5,36	12,02	14,34	2,4	—	—	0,178	0,400	1760	Mylne	
158. Brücke des Fontaines, zu Chantilly	Gedrückter Bogen	1 2	3,90 4,87	1,30 1,22	5,20	0,32	0,32	1,30	2,92	7,80	4,0	0,100	0,100	0,260	0,560	1761	Perronet	Werkstein. Kostenbetrag 14500 Frcs.
159. Brücke von Bord, über l'Oeil	desgl.	1	21,11	7,80	12,02	—	—	—	7,15	—	2,7	—	—	—	0,339	1764	Lecleric	
160. Brücke über die Marne, zu Chateau-Thiery	desgl.	1	17,54	5,85	12,67	1,21	1,30	4,30	4,55	10,23	3,0	0,095	0,069	0,250	0,261	1765	Perronet	Siehe Bemerkung.
161. Brücke von St. Edme, zu Nogent sur Seine	desgl.	1	29,24	8,77	24,36	1,62	—	—	5,85	9,75	3,3	0,066	0,055	—	0,300	1766—69	Derselbe	Desgleichen.
162. Brücke von Montignac, über die Vezère	Kreisbogen	3	20,14 u. 13,00	6,50	—	—	—	5,20	—	—	3,1	—	—	0,358	—	1766—72	Tardif	
163. Brücke v. Vieile, üb. d. Romanche, bei Grenoble	Gedrückter Bogen	1	40,90	11,65	35,08	2,35	—	—	9,74	9,84	4,1	0,067	0,059	—	0,299	1766	Bouchet	Werkstein.
164. Brücke von Neuilly, über die Seine	desgl.	5	18,98	9,75	18,73	1,62	—	4,22	9,83	14,61	4,0	0,033	0,042	0,168	0,392	1768—74	Projic. v. Perronet; ausgef. v. Chezy u. Demontier	Siehe Bemerkung.
165. Brücke von Albios, über d. Aveyron	desgl.	3	27,29	10,07	15,98	1,30	1,12	4,24	9,42	11,70	2,7	0,062	0,048	0,116	0,345	1770	Bionier	
166. Brücke von Orchaise, zu Blaneres	desgl.	3	16,62	5,20	12,35	0,65	—	3,90	5,20	—	3,2	0,043	0,029	0,235	0,313	1770—90	Garipuy	
167. Brücke von Carbonne, über die Garonne	desgl.	3	30,21	12,35	22,42	1,30	1,62	6,88	—	7,80	2,5	0,058	0,043	0,228	—	1770	Saget	
168. Brücke von Moret, über den Loing	Kreisstück	3	25,34	—	46,77	1,30	—	2,43	—	12,67	—	0,028	0,061	0,096	—	1771	Perronet	
169. Brücke von Pontoise	Kreisbogen	3	29,24	2,17	30,30	1,62	—	3,00	—	12,67	13,5	0,032	0,053	0,103	—	1772	Dieselbe	
170. Brücke von Pesme, über den Ognon	desgl.	3	13,64	1,16	21,11	1,95	3,25	2,27	3,90	—	11,8	0,092	0,143	0,166	0,266	1772	Bertrand	
171. Brücke von Brives, über die Loire	Gedrückter Bogen	5	der eine 17,87	8,12	13,94	0,97	0,97	3,58	—	8,87	2,2	0,069	0,038	0,200	—	1772	Grangeot	
172. Brücke v. Bérault, über die Strasse v. Nissa	Kreisbogen	1	31,84	4,71	27,61	0,81	—	—	6,50	6,82	6,8	0,029	0,016	—	0,205	—	Derselbe	
173. Brücke von Ingersheim, über den Techt	Gedrückter Bogen	7	18,19 u. 15,26	3,57	19,81	0,97	—	2,60	6,50	—	5,1	0,049	0,033	0,143	0,358	1773	Clochamp	
174. Brücke von Pontlieu	desgl.	3	17,54	6,50	12,99	1,13	—	3,90	4,38	—	2,7	0,087	0,055	0,223	0,251	1773	Veglie.	
175. Entwurf einer Brücke zu Melun über d. Seine	Kreisbogen	1	48,72	4,71	64,97	1,62	—	—	13,64	12,67	10,4	0,025	0,033	—	0,390	1774	Perronet	Siehe Bemerkung.
176. Brücke von Pont-St. Maxence über die Oise	desgl.	3	24,39	1,95	26,05	1,46	3,65	2,92	3,90	12,67	12,0	0,041	0,052	0,125	0,260	1774—85	Projic. v. Perronet; ausgef. v. Dasse u. Desantier	Siehe Bemerkung.
177. Brücke der Drôme	Gedrückter Bogen	3	29,24 u. 23,99	8,44	22,74	1,95	—	5,20	10,10	—	3,5	0,086	0,069	0,178	0,326	1774	Bouchet	
178. Brücke v. Fouchards, über d. Tiouet zu Saumur	Kreisbogen	3	26,96	2,17	25,67	—	5,85	3,90	9,74	—	11,9	—	—	0,115	0,325	—	Proj. v. Trudaine od. Veglie; ausgef. v. Limar	
179. Brücke von Lavaur, über den Agout, zwischen Castres und Toulouse	Gedrückter Bogen	1	48,56	19,61	31,51	2,92	—	—	16,36	11,70	2,5	0,050	0,050	—	0,342	1775	Saget	
180. Brücke von Neuvilly, über den Ain	desgl.	2	29,24	8,12	21,67	1,30	—	5,85	6,50	—	3,6	0,060	0,044	0,200	0,222	1775	Aubry	
181. Brücke von la Vieille, über den Allier	desgl.	3	27,29	5,37	—	—	—	3,90	—	—	3,1	—	—	0,143				
182. Brücke von Sisteron, über die Durance	Ueberhöhte Kettenlinie	1	23,39	17,54	—	0,81	—	—	—	—	1,5	—	0,031	—	—	1500		
183. Brücke von Kiss, über die Theiss	Voller Bogen	5	18,84 u. 11,70	9,13	9,13	0,81	0,81	2,60	5,20	—	2,0	0,086	0,043	0,138	0,271			
184. Brücke von Barberg	Gedrückter Bogen	5	20,74 u. 15,99	5,85	17,54	1,95	—	3,57	8,12	—	3,7	0,111	0,094	0,172	0,312	1775	Clochamp	
185. Brücke von Romans, über den Isère	Kreisbogen	1	27,30 u. 21,03	7,30	16,80	1,30	1,95	8,77	—	6,06	3,9	0,077	0,047	0,316	—			
186. Brücke von Maligny, über den Serin	Voller Bogen	1	25,98	12,99	12,99	0,92	—	—	3,65	6,50	2,0	0,071	0,035	—	0,140	—	Wierlenge	
187. Brücke von Valencia, über den Guadalquivir	Kreisbogen	19	13,00	1,30	15,59	0,97	3,25	2,60	6,50	—	10,0	0,092	0,075	0,200	0,300			
188. Brücke von Mirepoix, über den Lers	desgl.	7	19,49	3,25	14,29	1,62	2,60	3,57	—	7,80	6,0	0,096	0,083	0,183	—	1776—90	Garipuy	

*) Die Stärke der Stirnpfeiler begreift nicht die Strebepfeiler und Flügelmauern, die an vielen der Brücken angebracht sind. Fast alle Gewölbe deren Material nicht angegeben ist, bestehen aus Werkstücken.

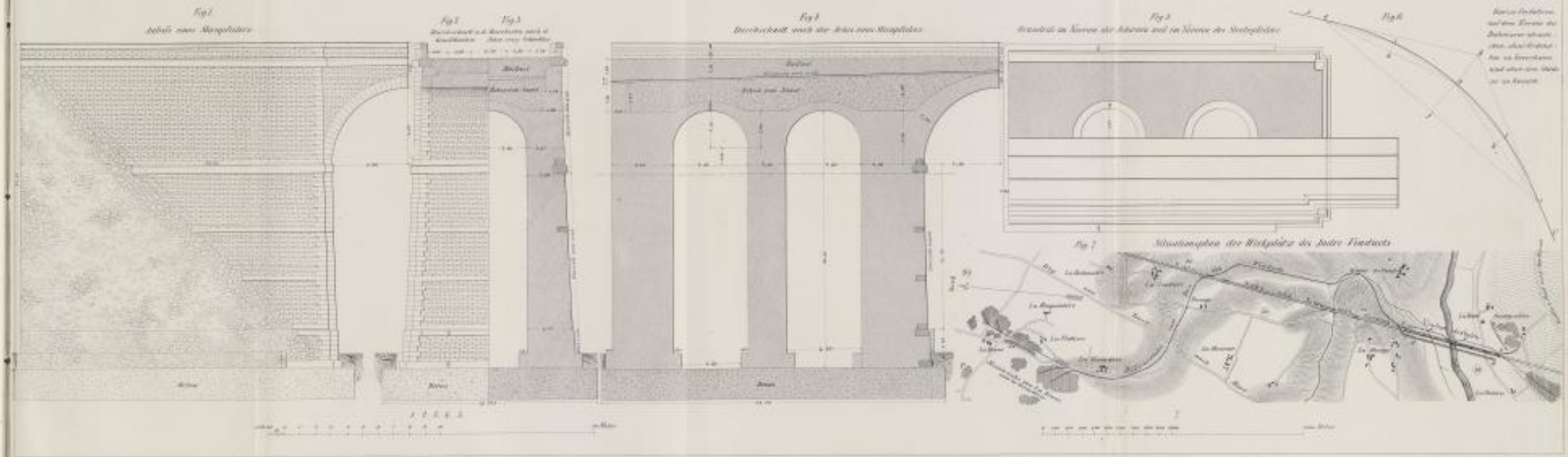
Bezeichnung der Brücken.	Form der Bögen.	Anzahl der Bögen.	Oeffnung der Bögen.	Pfeil des Kreisstücks.	Längster Halbmesser.	Stärke der Gewölbe im Schlusse.	Höhe der Auflinie von dem niedrigsten Wasserstand od. der Brückfläche.	Stärke der Pfeiler an den Bogenanfängen.	Stärke der Stirnpfeiler an den Bogenanfängen.	Breite von Stirnmauer zu Stirnmauer.	Der Pfeiler ist gleich der Oeffnung getheilt durch:	Die Gewölbstärke im Schlusse ist gleich dem längsten Radius mal:	Die Gewölbstärke im Schlusse ist gleich der Oeffnung mal:	Die Pfeilerstärke ist gleich der Oeffnung mal:	Die Stärke der Stirnpfeiler ist gleich der Oeffnung mal:	Zeit der Erbauung.	Name des Erbauers.	Bemerkungen.
			Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.			
189. Brücke von Gignac, über den Hérault	Gedrückter Bogen Voller Bogen	1 2	48,72 21,34	13,31 12,67	35,89 12,67	1,95 —	— —	7,80 —	11,05 —	— —	3,7 2,0	0,054 —	0,040 —	0,160 —	— —	1777—32	Derselbe	
190. Newahrücke in Petersburg (Project)	Gedrückter Bogen	6 2	33,08 u. 27,29 10,80	9,75 3,45	40,82 —	1,62 1,00	— 0,80	9,75 u. 7,80 2,80	11,05 —	16,19 10,80	3,6 3,1	0,040 —	0,026 0,093	0,228 —	0,315 —	1778 1779—1813	Perronet Vinar. Chabard. Beodhore	Siehe Bemerkung.
191. Brücke von Anberiôes	desgl.	1	11,80	3,65	—	1,00	0,50	—	—	—	3,2	—	0,085	0,237				
192. Brücke von Nevilly, über den Dauba	desgl.	5	23,20	7,80	16,24	1,30	1,62	4,87	6,18	—	3,0	0,080	0,056	0,308	0,265	1780	Gauthey	
193. Brücke von Senor, über den Aranzeçon	Voller Bogen	1	22,40	11,70	11,70	0,97	1,62	—	3,41	—	2,0	0,083	0,041	—	0,145	1780	Dumarey	
194. Brücke über die Gera in Wien	Kreisbogen	1	31,20	8,60	—	1,00	0,50	—	—	10,85	—	—	—	—	—	1781	Vinar	
195. Brücke von Brossy	desgl.	3	5,85	0,79	5,85	0,65	2,27	1,13	3,25	9,25	7,3	0,111	0,111	0,193	0,551	1784—87	Perronet	Desgleichen.
196. Brücke von Rouilly, über den Cherau	Voller Bogen	1	28,98	19,49	19,49	1,62	3,25	—	—	7,15	2,0	0,086	0,043	—	—	1785	Garella	
197. Brücke von Homps, über die Aude	Kreisbogen	3	20,93	3,42	10,79	1,30	3,85	2,57	8,77	—	8,6	0,063	0,062	0,173	0,421	1785	Decrus	
198. Brücke von Lesnyde, über d. Aisagnon	Gedrückter Bogen	1	30,86	9,75	23,71	—	—	—	5,20	—	3,2	—	—	—	0,169	1785	Maurient	
199. Brücke von Bossy	Kreisbogen	2	7,80	0,97	7,80	0,81	—	1,95	3,90	10,71	8,0	0,104	0,104	0,250	0,300	1786—87	Perronet	Siehe Bemerkung.
200. Brücke v. Chevannes, bei Châlon-sur-Saône	Gedrückter Bogen	7	17,99	4,55	9,43	0,65	2,11	4,55	6,50	9,10	3,0	0,069	0,040	0,350	0,700	1787	Gauthey	
201. Brücke von Mazares, über den Lers	Voller Bogen	3	21,44	10,72	10,72	—	—	4,87	—	—	2,0	—	—	0,227	—	1787	Perlichang	
202. Concordienbrücke in Paris (1. Project)	Kreisbogen	1 2 2	28,39 25,99 23,99	2,58	40,93 u. 37,80	1,30	5,86	2,92	—	15,39	11,0	0,032	0,046	0,102	—	1787	Perronet	Desgleichen.
203. Concordienbrücke (2. geschnägtes Project)	desgl.	1 2 2	31,19 28,26 25,34	2,99 2,66 1,95	45,13 38,88 42,14	1,13 1,05 0,97	5,85 — —	2,92 — —	16,24 — —	15,39 — —	10,4 10,6 13,0	0,025 0,027 0,033	0,036 0,037 0,038	0,094	0,320	1787—92	Entw. v. Perronet; ausgeführt Demoustier	Desgleichen.
204. Brücke von Frouard, über die Mosel	Gedrückte Bögen	7	19,49	3,85	17,54	1,62	—	3,90	3,90	—	8,3	0,093	0,083	0,300	0,300	1788	Le Creulx.	
205. Brücke von Bellecour an Lyon	desgl.	5	20,79	7,15	16,24	0,81	0,65	5,68	6,18	—	2,8	0,050	0,039	0,273	0,257	1788—1810		
206. Brücke von Roanne, über die Loire	desgl.	7	23,39	8,12	19,49	0,97	—	4,06	—	10,71	2,9	0,050	0,042	0,174	—	1789—1809	Vareigne und Vinar.	
207. Brücke v. Montford, über d. Severn in England	desgl.	1 2	17,60 13,25	6,86 6,10	—	0,92	0	3,35	7,47	7,32	2,6	—	0,052	0,190	0,429	1790—92	Telford.	Siehe Bemerkung.
208. Brücke von Panthaut, über die Banne	Voller Bogen	1	32,40	16,20	16,20	1,75	14,50	—	—	9,00	2,0	0,108	0,054	—	—	1793		
209. Brücke über den Severn bei Bewdley	Kreisbogen	1 2	18,30 15,86	5,49 4,88	10,36	0,64	0,92	2,44	2,90	8,54	3,3	0,059	0,033	0,134	0,159	1798—99	Telford	Desgleichen.
210. Types der Brücken oberhalb über den Canal von Ellesmer in England	Gedrückter Bogen	1	4,88	1,83	3,66	0,31	1,04	—	0,92	4,32	2,7	0,085	0,067	—	0,188	—	Derselbe	Desgleichen.
211. Brücke von Newcastle, über den Leing	Kreisstück	3	16,24	0,97	30,21	0,97	4,38	1,30	4,87	—	16,7	0,032	0,060	0,190	0,300	1805	Entw. von Perronet; ausgeführt von Reinard Delbergue-Cormen	
212. Brücke von Montlyon, über die Dorance	Gedrückter Bogen	1	31,02	9,75	23,71	—	—	—	—	—	3,2	—	—	—	—	1805	—	
213. Brückencanal über d. Arnance zu St. Florentin	Kreisstück	5	6,60	0,80	7,10	0,61	2,30	1,20	7,10	11,00	7,5	0,086	0,102	0,216	1,200	—	—	Desgleichen.
214. Brückencanal v. la Lino (Canal v. Lancaster)	Volle Bögen	5	20,40	10,20	10,20	—	2,60	4,00	—	—	2,0	—	—	0,196	—	—	—	Desgleichen.
215. Brückencanal v. Digois (Seitencanal an d. Loire)	Gedrückter Bogen	11	16,00	7,40	9,57	1,30	—	2,60	—	9,50	2,3	0,139	0,088	0,188	—	—	—	Desgleichen.
216. Brückencanal v. Hal (Canal v. Charleroy)	Kreisbogen	3	7,20	1,00	6,98	0,80	3,00	0,90	—	6,40	7,2	0,129	0,125	0,125	—	—	—	Desgleichen.
217. Union-Brückencanal in Schottland	Voller Bogen	—	13,74	6,88	6,88	1,30	—	2,80	—	—	2,0	0,189	0,094	0,240	—	—	—	Desgleichen.
218. Brücke von Montlimart, über den Rubion	Gedrückter Bogen	3	19,50	6,50	15,42	1,30	—	3,90	—	—	3,0	0,084	0,067	0,201	—	1804	Proj. v. Vaglet; ausgef. v. Lizy u. Lange	
219. Brücke von Jena, über die Seine zu Paris	Bogenstück	5	28,00	3,20	21,35	1,44	6,00	3,00	9,75	14,17	8,5	0,046	0,054	0,107	0,248	1806—12	Lamande	Von Werkstücken.
220. Brücke v. Tangeland(?), ü. d. Dee in England	desgl.	1	24,16	10,37	19,25	0,76	0,76	—	6,71	7,32	3,3	0,040	0,022	—	0,198	1806	Telford	Siehe Bemerkung.
	Spitzbogen	6	2,71	—	—	—	—	1,07	1,53									
221. Brücke v. Dunkeld, über d. Tay, in Schottland	Kreisbogen	1	27,45	9,15	14,86	0,92	2,44	4,88	—	8,24	3,0	0,062	0,034	0,178	—	1808	Telford	Siehe Bemerkung.
		2	23,62	—	—	—	—	4,27										
		2	22,57	—	—	—	—	—	6,10	—	—	—	—	—	0,270			
	Volle Bögen	2	6,10	—	—	—	—	—	2,14	—	—	—	—	—	0,350			
222. Brücke über den Cauon in England	Kreisbogen	1	19,82	6,10	11,10	0,92	—	2,44	—	6,10	3,3	0,063	0,046	0,124	—	1809	Derselbe	Desgleichen.
		2	16,78	—	—	—	—	1,98		—	—	—	—	—				
		2	13,72	—	—	—	—	—	2,14	—	—	—	—	—	0,180			
223. Brücke von St. Dié, über die Meurthe	desgl.	3	12,02 u. 2,90	0,97	19,10	1,30	—	1,62	3,24	—	12,4	0,068	0,108	0,135	—	1812	Le Creulx	
224. Brücke v. Potarch, über den Dee in England	desgl.	1	21,35	7,88	11,18	0,76	1,22	3,05	—	6,10	2,7	0,068	0,036	0,143	—	1812	Telford	Desgleichen.
		2	18,30	—	—	—	—	—	2,15	—	—	—	—	—	0,150			
225. Brücke von Bordeaux	Gedrückter Bogen	17	26,40 u. 20,84	8,84 u. 6,95	—	1,30 1,20	—	4,20	—	15,00	3,0	—	0,045	0,159	—	1813—22	Deschamps	Desgleichen.
226. Münchener Brücke, in Bayern	Kreisbogen	3	31,19	5,20	25,99	1,30	3,57	2,92	9,75	12,00	6,0	0,050	0,042	0,094	0,213	1814	Wiebeking	
227. Waterloobrücke, über die Themse	Gedrückter Bogen	9	Eisen 36,60	10,70	—	1,49	—	—	—	13,40	3,4	—	0,041	—	—	1816	Rennie	Mit Werksteinen.
228. Brücke von Alloose, in England	Kreisbogen	1	18,30	6,10	—	—	2,14	—	2,75	7,63	3,3	—	—	—	0,150	1816	Telford	Siehe Bemerkung.
229. Backsteinbrücke über d. Tarostrom in Italien	desgl.	20	24,00	6,60	14,21	0,37	—	4,00	—	—	3,6	0,038	0,015	0,192	—	1816—20	Cocconelli	
230. Holzsähler-Brücke, in England	desgl.	2	21,35	7,63	—	—	2,14	4,27	3,20	6,41	2,8	—	—	0,200	0,150	1816	Telford	Desgleichen.
231. Nörrebrücke, über die Seine bei Paris	Volle Bögen	9	18,00	9,00	9,00	1,00	0,80	3,70	6,45	13,00	2,0	0,111	0,056	0,205	0,360	1820 beendigt	Vigoureux, beendigt Telford	Von Werkstücken erbaut.
232. Brücke über den Averon, bei Johnstone	Kreisbogen	1	24,40	6,10	15,25	0,92	1,83	—	3,66	6,10	4,0	0,060	0,038	—	0,130	1820		Siehe Bemerkung.
233. Brücke über d. Avon (v. Glasgow u. Carlisle)	desgl.	1	24,40	6,10	—	—	—	—	5,19	9,24	4,0	—	—	—	0,210	1820	Derselbe	Desgleichen.
234. Brücke des Saull, der Blone	Gedrückter Bogen	1	31,00	9,74	24,68	1,40	0	6,78	7,30	7,00	3,3	0,057	0,041	0,200	0,227	1825—27	—	Entworfen von Montlhéant; ausgef. von Picot.
		2	28,00	9,00	24,83	1,30	0	—	6,34	—	3,1	0,037	0,046					
235. Gloucesterbrücke über den Severn	desgl.	1	15,75	16,70	16,47	1,37	—	—	8,24	8,34	2,8	0,049	0,030	—	0,180	1827	Telford	Siehe Bemerkung.
236. Brücke von Morpeth, über die Wansbeck	desgl.	1	13,75	4,08	14,64	—	1,22	2,44	2,44	3,61	3,3	—	—	0,160	0,160	1831	Derselbe	Desgleichen.
		2	12,20															
237. Londonbrücke über die Themse	desgl.	5	46,30	11,50	—	1,52	—	—	—	17,10	4,0	—	0,032	—	—	1831	Rennie	Von Werksteln.
238. Grosvenorbrücke über den Dee in Chester	Kreisbogen	1	61,00	12,20	44,23	1,22	—	—	14,64	10,83	5,0	0,098	0,020	—	0,240	1832—33	—	Proj. v. Harrison; geb. v. Hartlick. Siehe Bemerkung.
239. Brücke von Ferand, über den Furand	Voller Bogen	1	20,00	10,00	10,00	1,00	3,00	—	8,10	8,00	2,0	0,100	0,050	—	0,175	1834	Montluisant entw.; Stein ausgeführt	
240. Brücke über die Dora Riparia in Turin	Kreisbogen	1	34,80	5,50	46,75	1,19	—	—	12,50	12,20	5,0	0,032	0,032	—	0,272	1834	Mosca	Siehe Bemerkung.
241. Brücke von Glasgow	desgl.	3	17,69					2,75										
		2	16,78	3,33	13,33	0,76	4,27	bis 2,44	3,81	18,30	3,3	0,057	0,043	0,156	0,215	1835	Telford	Desgleichen.
		2	15,85															
242. Brücke von Yé, über die Grosse	Bogenstück	3	9,33	1,17	10,00	0,60	2,40	1,50	4,00	8,00	8,0	0,060	0,064	0,161	0,330	1837—38	Picot	
243. Brücke über den Scheydilt	desgl.	4	21,96	5,03	14,48	0,61	—	2,44	—	—	4,4	0,042	0,028	0,111	—	—	—	Eisenbahn von Mount Carbon zu Philadelphia.
244. Seinerne Brücke v. Grenoble über die Isère	Gedrückter Bogen	1	23,00	6,30	—	1,08	0,20	5,00	—	10,00	4,0	0,034	0,045	0,185	—	1839	Derselbe	Die Gewölbe von Werkstein. Die Stärke der Stirnmauern ist nicht bekannt; man hat die der alten Brücke beibehalten.
		1	27,00	6,75	35,00	1,20												
		1	23,00	6,30	—	1,08												
245. Brücke des Dauphin, über die Rossache	Voller Bogen	1	17,00	8,50	8,50	0,50	1,70	—	4,00	6,00	2,0	0,106	0,053	—	0,235	1842—44	Polié	
246. Brücke von Jarcieu, über den Dolon	Kreisstück	3	9,00	1,70	7,50	Seitenbogen 0,60 mittle 0,70	2,50	2,00	4,00	6,00	6,0	0,080	0,067	0,222	0,444	1843	Berthier	
247. Brücke von Chanat, über den Dolon	desgl.	3	9,50	1,50	8,27	Seitenbogen 0,70 mittle 1,00	3,00	2,00	4,25	8,50	6,3	0,085	0,077	0,211	0,417	1843—45	Derselbe	
248. Carmeliterbrücke, über d. Schlacht v. Beaujolais	Volle Bögen	3	17,00	8,50	8,50	0,95	17,50	1,50	—	6,00	2,0	0,112	0,056	0,088	—	1843—47	Cuvit	Siehe Bemerkung.
249. Brücke von Weeden	Kreisstück	5	13,72	3,43	8,37	0,69	—	2,29	3,28	—	4,0	0,081	0,050	0,177	0,287	—	—	Eisenb. v. London u. Birmingham; s. Bemerkung.
250. Brücke über die Bièvle	Gedrückter Bogen	5	36,00	10,20	—	1,80	5,30	5,75	9,10	—	3,5	—	0,041	0,157	0,246			Eisenbahn, die North-Union.
251. Brücke von Ners, über den Gardon	Voller Bogen	8	18,00	9,20	9,20	0,90	—	3,00	—	16,20	2,0	0,098	0,049	0,196				Eisenbahn des Gard.
252. Brücke von Val-Benoit, über d. Maas in Belgien	Kreisstück	5	20,00	2,68	20,00	1,00	5,60	2,50	—	15,00	7,5	0,060	0,060	0,125				Eisenbahn der Vaudre.
253. Brücke über die Brüsche	Gedrückter Bogen	4	10,00	4,00	7,14	0,72	—	1,50	2,70	7,40	2,5	0,101	0,072	0,150	0,270	—	Bazaine und Chaperon	Elsasser Eisenbahn.
254. Brücke über den Giessestrom	Kreisstück	5	6,00	0,60	7,10	0,60	1,30	1,00	3,70	7,00	10,00	0,077	0,100	0,167	0,830	—	Dinnelbey	Dusselbot. Siehe Bemerkung.
255. Schiefe Brücke von 70° Abweichung über den Thorrstrom	desgl.	9	6,20	0,60	8,31	0,60	3,32	1,10	4,00	7,25	10,3	0,072	0,087	0,178	0,644		Dinnelbey	Dusselbot. Desgleichen.
256. Brücke von Neidock zu Bern, über die Aar in der Schweiz	desgl.	1	46,06	18,41	22,60	1,80	2,15	—	13,80	12,15	2,5	0,016	0,039	—	0,300	1840—44	E. Müller	Siehe Bemerkung.
		2	16,00	7,80	8,29	1,20	10,40	—	4,25	16,60	2,2	0,145	0,073	—	0,263			
257. Schiefe Brücke von 76° Neigung, über die Oise, bei Pontoise	desgl.	3	25,00	3,57	23,67	1,40	4,50	3,09	9,10	7,72	7,0	0,059	0,056	0,124	0,280	1843	de Breville und Cauche	Nordbahn. Siehe Bemerkung.
258. Types der Brücken oberhalb der Nordbahn	desgl.	1	7,80	0,50	8,30	0,65	3,60	—	3,60	—	8,2	0,076	0,068	—	0,514	1843	—	Siehe Bemerkung.
259. Types der Brücken unterhalb der Nordbahn	desgl.	2	7,80	1,10	7,35	0,70	2,80	1,15	3,86	—	6,7	0,095	0,091	0,155	0,520	1843	—	Desgleichen.
260. Brücke über d. Bäderb. Kleinwolfersdorf, Sachsen	desgl.	1	45,32	15,10	21,42	1,70	—	—	—	gegen 8,00	5,0	0,050	0,038	—	—	1844—45	—	Sächsisch-Schlesische Eisenbahn. S. Bemerkung.
261. Brücke von Mauliennis, über die Loire	Gedrückter Bogen	12	24,75	7,10	23,95	1,35	1,85	3,26	8,80	8,00	3,5	0,056	0,054	0,112	0,155	1845	Morandière	Eisenbahn von Orleans nach Tours. S. Bemerkung.
262. Brücke von Cinq-Mars, über die Loire	desgl.	19	20,00	6,00	14,01	1,10	2,40	2,40	4,00	8,00	3,0	0,063	0,060	0,175	0,410	1845—46	Baillard	Eisenbahn von Tours nach Nantes. S. Bemerkung.
263. Brücke über den Cher	desgl.	6	20,00	6,67	14,50	1,00	1,02	2,60	10,00	—	3,0	0,069	0,050	0,130	0,500	1845—46	Beaudemoulin und Morandière	Eisenbahn von Tours n. Bordeaux. S. Bemerkung.
264. Brücke von Port-de-Pile, über die Creuse	desgl.	3	31,00	11,00	21,60	1,30	3,00	3,50	7,20	8,66	2,8	0,061	0,042	0,157	0,235	1846—47	Beaudemoulin	Dusselbot. Siehe Bemerkung.
265. Brücke über die Vienne	desgl.	5	20,00	6,67	14,50	1,00	0,80	2,00	10,00	—	3,0	0,069	0,050	0,130	0,340	1846—47	Derselbe	Dusselbot. Siehe Bemerkung.
266. Brücke von Etables, über d. Bucht v. la Cauche	Kreisstück	15	14,00	1,90	13,85	0,70	4,49	1,75 6,70	6,10	8,00	7,4	0,050	0,050	0,125 0,478	0,470	1847	Bazaine	Eisenbahn v. Amiens u. Boulogne. S. Bemerkung.
267. Brücke über den Authie	desgl.	2	12,00	1,55	12,39	0,70	4,50	1,50	—	—	7,2	0,057	0,058	0,125	0,425	1847	Derselbe	Eisenbahn v. Amiens u. Boulogne. S. Bemerkung.
268. Neue Brücke aux Doubles über d. Seine zu Paris	desgl.	1	31,05	3,00	41,54	1,60	—	—	—	15,90	10,3	0,039	0,062	—	—	1847	De la Guillonerie	Siehe Bemerkung.
269. Brücke über die Stura	desgl.	5	14,00	1,56	21,32	0,60	2,90	3,00	4,70	10,70	10,3	0,042	0,096	0,188	0,294	—	Bella	Strasse von Turin nach Mailand. S. Bemerkung.
270. Brücke über die Gare der Eisenbahn von Strassburg nach Paris	desgl.	1	16,08	1,53	21,84	0,90	3,12	2,34	—	13,00	10,5	0,041	0,060	0,157	—	—	—	Siehe Bemerkung.
		2	4,52	1,50	—	—	3,12											
271. Entwurf zu einer Brücke über den Cher zu Pont-Cher bei Tours	desgl.	3	40,00	5,00	42,40	1,68	3,50	4,00	20,00	9,00	8,0	0,040	0,042	0,100	0,300	1849	T. Fontenay	Desgleichen.
272. Brücke über die Scrivia	Gedrückter Bogen	1	40,00	13,33	26,50	1,80	—	—	9,50	—	3,0	0,068	0,045	—	0,238	1850	Ranco	Eisenbahn von Turin nach Genua. S. Bemerkung.
273. Schiefe Brücke von 34° 30' über die Scrivia	Kreisbogen	3	20,00	4,00	14,50	1,10	—	4,00	12,00	9,00	5,0	0,063	0,040	—	0,600	1850	Ferraris	Desgleichen.
274. Brücke über den Po, bei Valencia	desgl.	21	22,00	3,10	19,48	1,15	—	3,00 5,20	—	10,00	6,5	0,059	0,052	0,136 0,237	—	1850	Rovere	Eisenbahn von Alexandria zum grossen See. Von Ziegeln. Fünf Hauptpfeiler.
275. Brücke von Moncalieri	desgl.	7	16,00	4,15	9,79	0,80	8,0	2,20	9,60	7,85	3,9	0,092	0,056	—	—	1849	Barbavara	Eisenbahn von Turin nach Genua. S. Bemerkung.



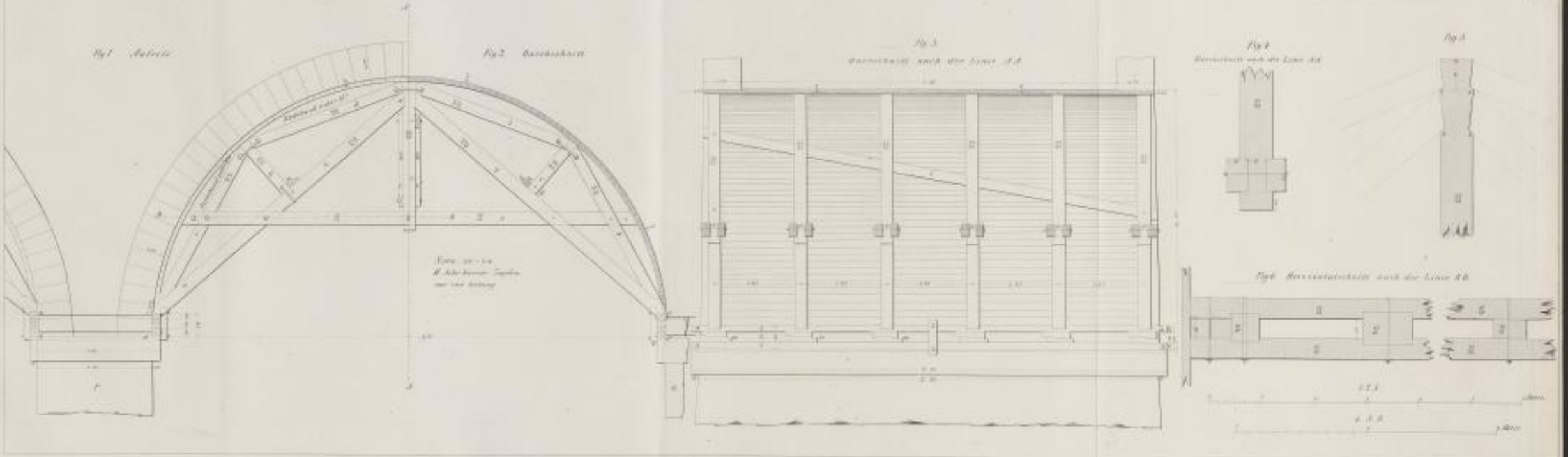
DÉTAILS DES VIADUCTS DES INDRE.



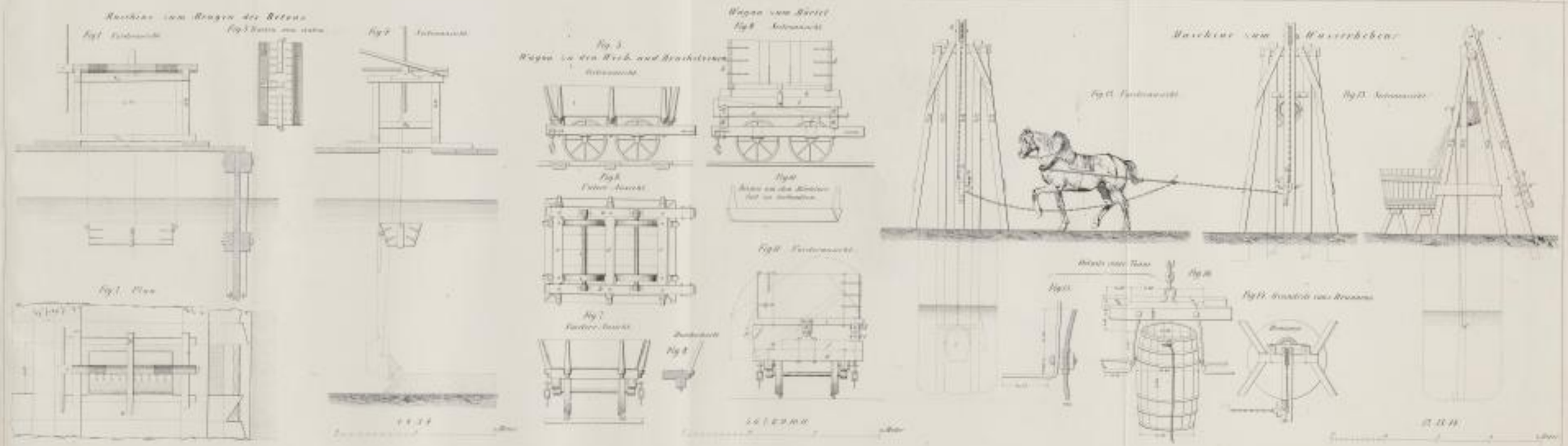
DÉTAILS DES VIADUCTS DES INDRE.



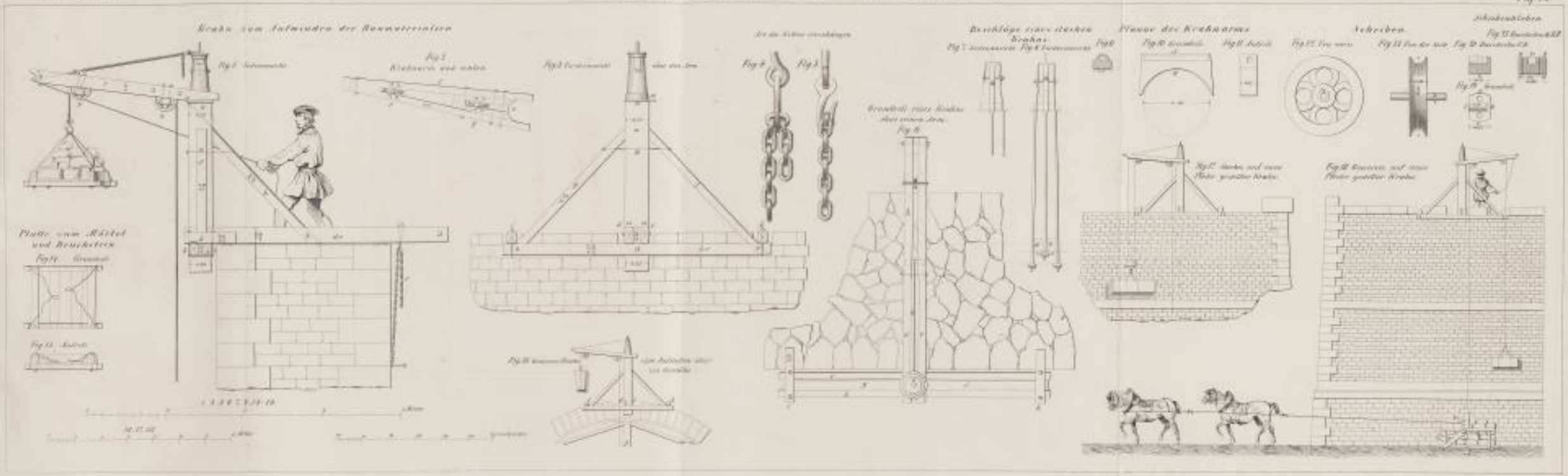
LEHRBÖCHEN DES INDRE VIADUCTS.



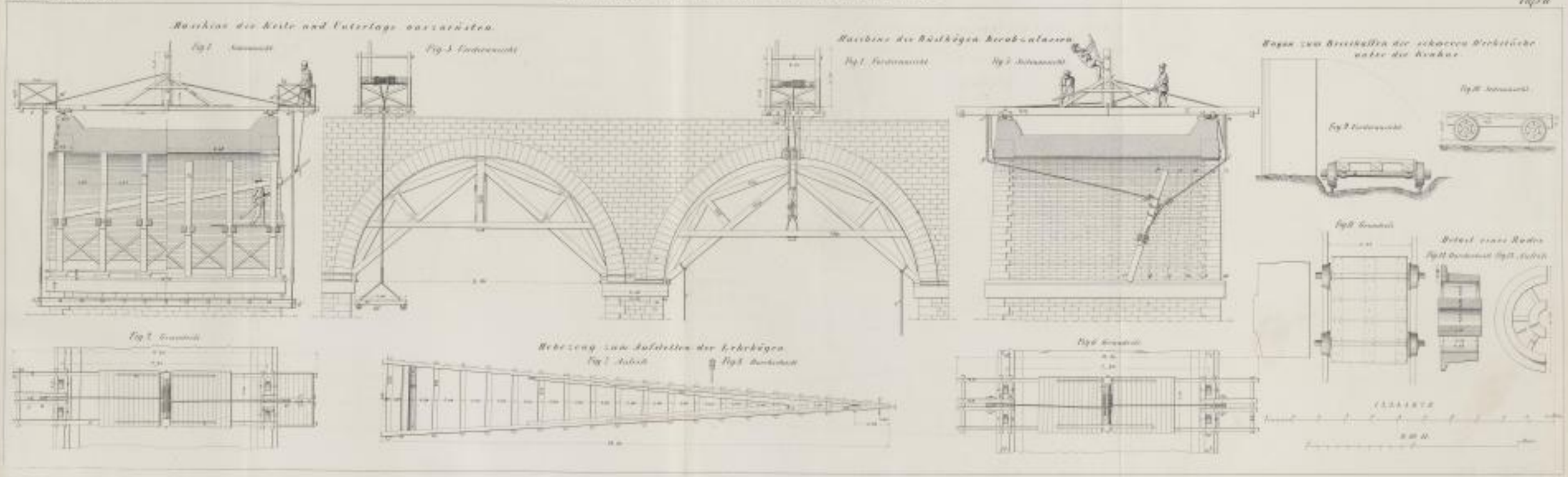
MASCHINEN BEIM BAU DES INDREVIADUCTS GEBRAUCHT.



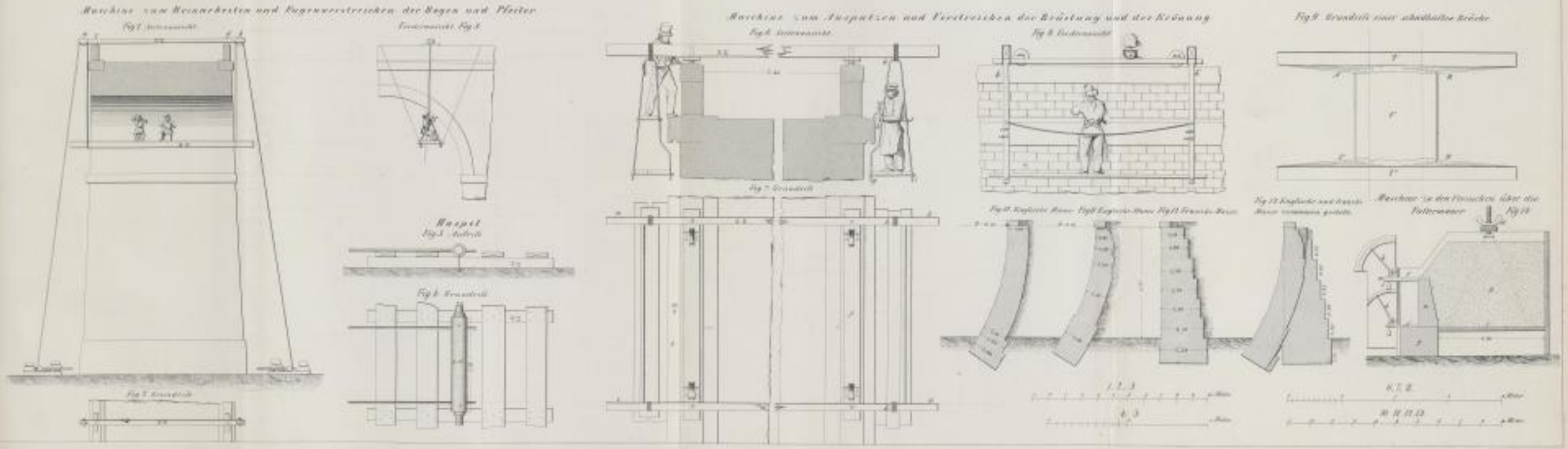
MASCHINEN GEBRAUCHT BEI DEM INDREVIADUCT.

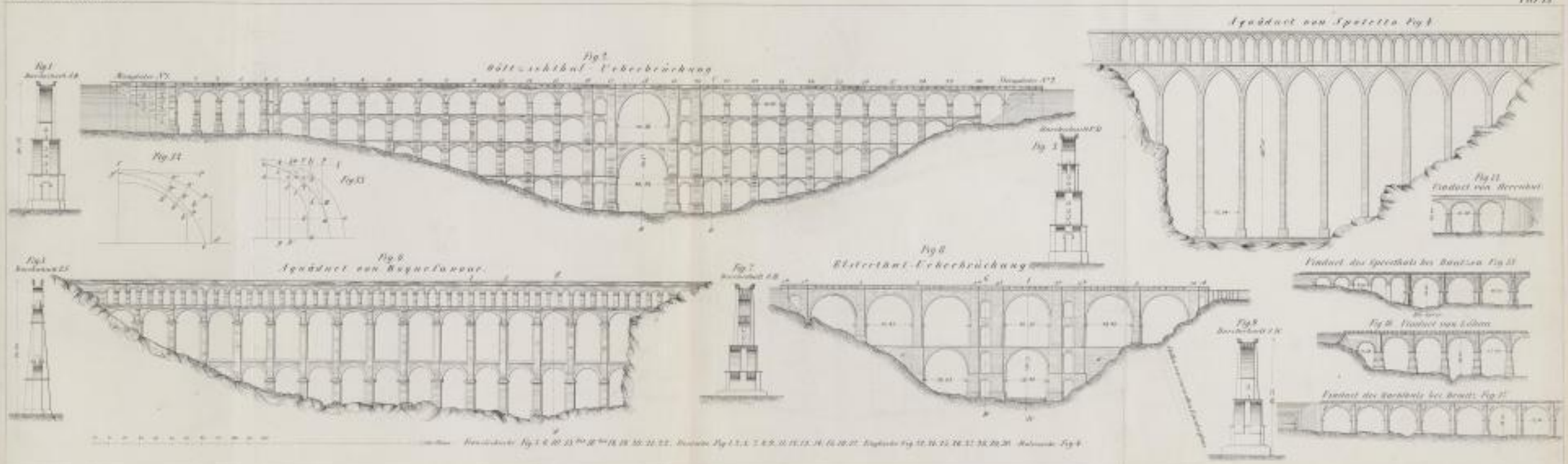


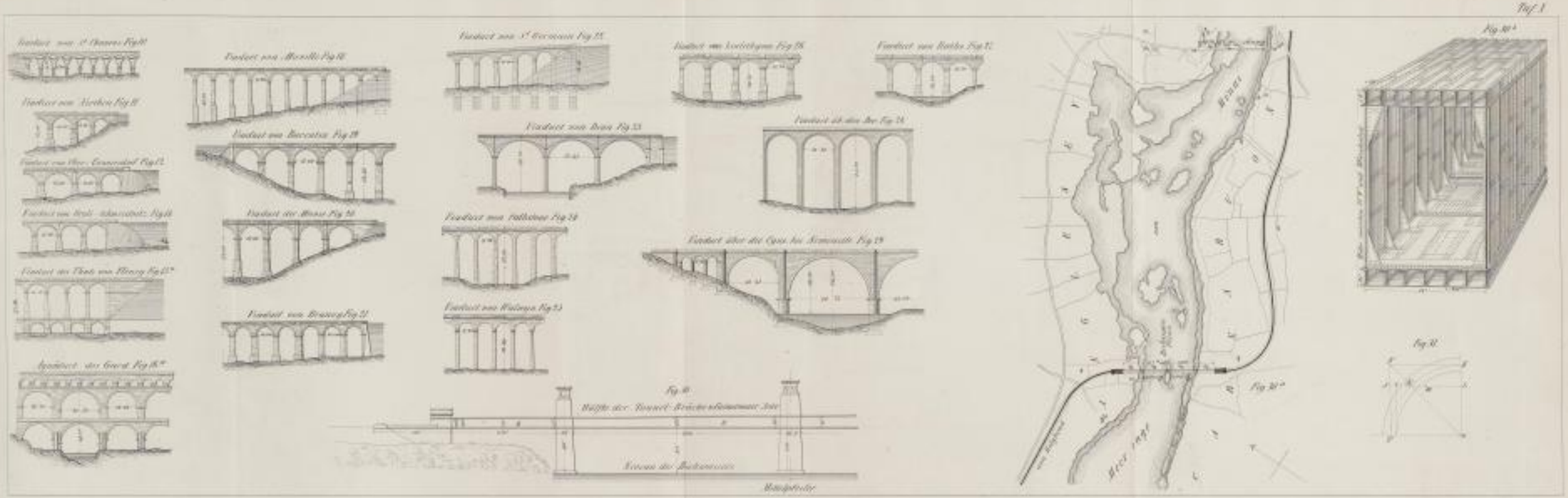
MASCHINEN BEI DEM BAU DES INDREVIADUCTS.



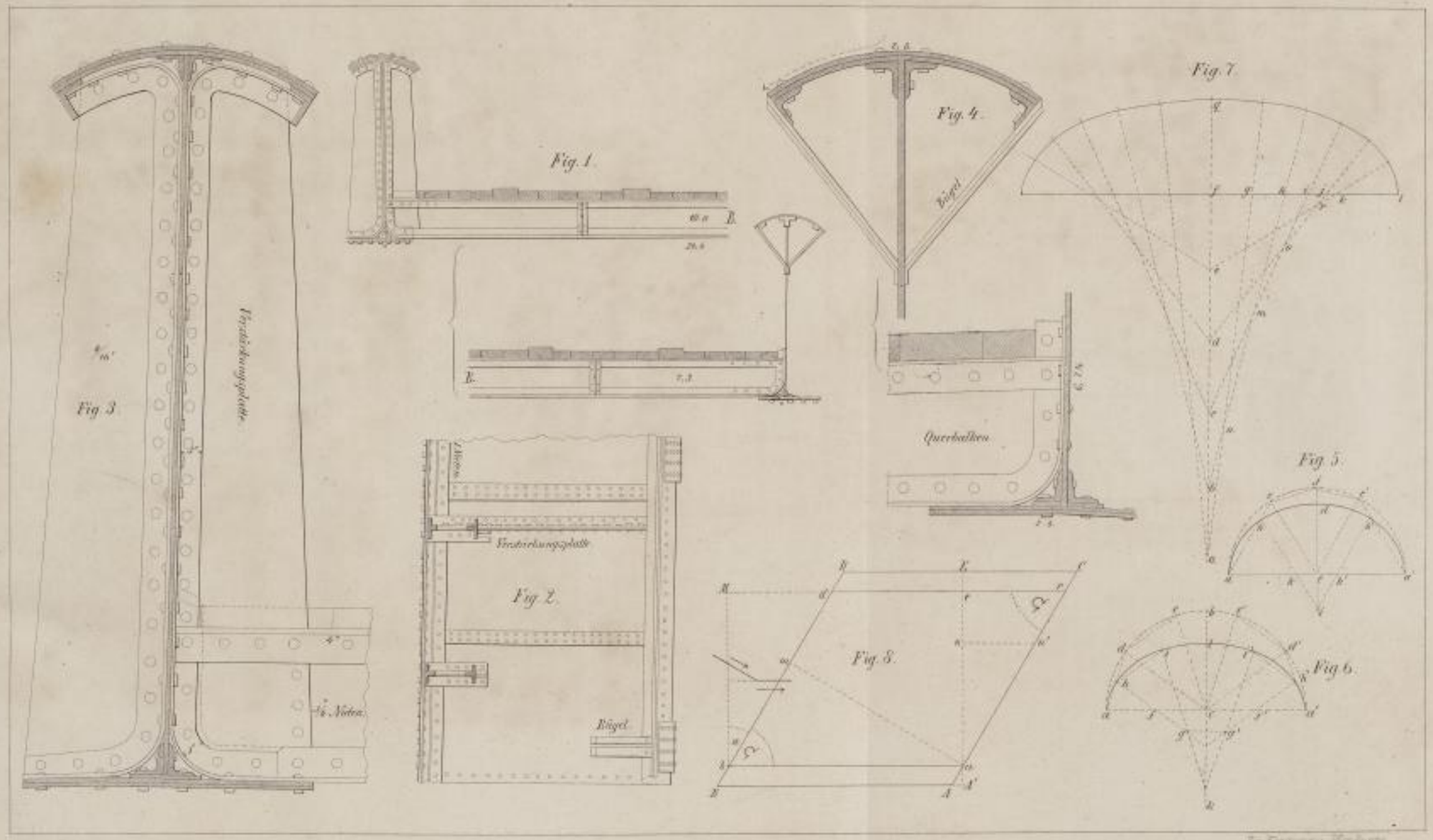
MASCHINEN BEI DEM BAU DES INDREVIADUCTS.







TAF. XI.



Bei'm Verleger dieses sind erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Armengaud und Barrault,

der Taschen-Ingenieur

oder die unentbehrlicheren Formeln und Rechnungsresultate aus dem Gebiete der reinen und angewandten Mathematik, Chemie, Physik, Meckanik, Hydrodynamik, Civil- und Maschinen-Baukunst und anderen verwandten Fächern. Nach dem französischen Original mit Rücksicht auf deutsche Verhältnisse bearbeitet und mit vielen Ergänzungen und Zusätzen vermehrt von A. W. Hertel, Bauinspector in Naumburg. 8. 1 Thlr. 5 Sgr.

Unentbehrlich ist jedem Techniker ein brauchbares Hülfsbuch, welches ihn in den Stand setzt, sich in augenblickliche Kenntniss von Formeln und Rechnungsresultaten, mechanischen Kräften, Leistungen und Verhältnissen von Maschinen und ihren Elementen zu setzen, die dem Gedächtniss zu bewahren unmöglich sind. Als ein solches ist diese Arbeit zweier, in genannten Fächern weltberühmter Schriftsteller, Armengaud und Barrault zu betrachten. Durch den deutschen Uebersetzer ist sie aber noch um Vieles ergänzt und mit wichtigen Zusätzen vermehrt, wie deutsche Zustände es verlangten, so dass diese Schrift dem Ingenieur und practischen Techniker grosse Erleichterung gewähren wird.

E. Biot, über die Anlegung und Ausführung

aller Arten von Eisenbahnen,

nach den Grundsätzen der Mechanik und den Ergebnissen der Erfahrungen, welche bis auf die neueste Zeit in England, Amerika, Frankreich und Deutschland bei'm Bau der eisernen Schienenwege gesammelt worden sind, nebst ausführlichen Kostenberechnungen. Nach dem Französischen mit Benutzung der besten und neuesten einschlägigen englischen, französischen und deutschen Literatur herausgegeben von Dr. Chr. Heinr. Schmidt. Mit 7 Kupfern. 8. 1 Thlr. 10 Sgr.