

und auf welchen die Arbeiter sich befinden, wenn der in unseren Zeichnungen nicht angegebene Haspel bewegt werden soll.

Da dieser Krahn ein geringeres Gewicht hat, als der in Fig. 1 und 2 dargestellte, so verzichtet man meist auf die Anlage eines besonderen Transportsteges und lässt die ganze Vorrichtung mittelst der angebrachten Rädertriebwerke, deren Benützung nach den vorhergehenden Be-

schreibungen weiterer Erklärungen nicht bedarf, an dasjenige Ufer, an welchem der Werkplatz sich befindet, zurückdrehen, führt dieselbe nach Befestigung des Steines an dem von dem Haspel herabreichenden Taue bis an die Verwendungsstelle und kann nun wieder, da der Krahn mit dem Haspel drei auf einander senkrechte Bewegungen gestattet, den Stein genau versetzen.

II. Hölzerne Brücken.

Blatt 12 und 13.

Reichenbachbrücke in München.

Die hölzernen Brücken lassen sich nach der Einwirkung ihrer die Fahrbahn unmittelbar tragenden Theile auf die Widerlager oder Landjoche und auf die Pfeiler oder Mitteljoche in zwei grosse Gruppen ausscheiden, deren erste die einfachen und gegliederten Balkenbrücken umfasst und dadurch charakterisirt ist, dass die Stützen der ganz oder nahehin horizontal aufliegenden Träger keinen oder nur einen äusserst geringen Seitenschub erleiden; hieher gehören die Balken-, die Häng- und Fachwerkbrücken. Die zweite Gruppe umschliesst die Sprengwerke verschiedener Construction, bei welchen die Stützen ausser verticalen Einwirkungen einen beträchtlichen Seitenschub empfangen. Da die hölzernen Brücken mehr und mehr durch eiserne verdrängt werden, so haben wir unterlassen, den ihnen in den früheren Auflagen eingeräumten Umfang zu erweitern, trotzdem dass die Aufnahme einer einfachen Sprengwerkbrücke zweckmässig erschien, und uns darauf beschränkt, die hauptsächlichsten Repräsentanten jeder der beiden Gruppen in ihrer constructiven Ausbildung geordnet wieder zu geben. Aus demselben Grunde haben wir bewegliche hölzerne Brücken nicht aufgenommen.

Wenn wir auch da, wo weiter gehende Entwicklungen zum Verständnisse statischer Untersuchungen nöthig werden, diese ausschliessen, so erachten wir doch dann, wenn die Resultate der Entwicklungen sich kurz und klar geben und sofort durch eine Anwendung auf die durch die Tafeln gebotenen Beispiele verwenden lassen, die Angabe derselben für zweckmässig und werden hienach bald die Berechnung der Träger berücksichtigen, bald aber auch nur den Gang der statischen Untersuchungen andeuten.

Die auf Blatt 12 und 13 dargestellte einfache Balkenbrücke, welche die Fraunhofer Strasse der Residenz mit der durch die Isar getrennten Vorstadt Au verbindet, führt

ihren Namen zu Ehren Georg v. Reichenbach's, der in München lebte und wirkte, und wurde in den Jahren 1842 und 43 nach dem Entwurfe des k. Oberbaurathes v. Gärtner ausgeführt.

Unsere Zeichnung stellt nur drei Oeffnungen dar, während die Brücke deren zehn hat, jede von 14,6^m Weite. Ihre Länge beträgt somit 146^m. In dieser Zeichnung, und zwar auf Blatt 12, gibt Fig. 1 eine Seitenansicht, Fig. 2 einen Längenschnitt, Fig. 3 eine Oberansicht: von A bis B mit Bekiesung, von B bis C ohne diese, und von C bis D ohne Rinnen; Fig. 4 ist ein Grundriss des Balkenwerkes, Fig. 5 ein wagrechter Durchschnitt des rechtseitigen Landjoches mit einem Flügel, und zwar der Theil a oberhalb, der Theil b innerhalb der Verschalung der Jochpfähle. Auf dem Blatte 13 stellt Fig. 6 einen Querschnitt durch die Mitte der Brücke mit der Ansicht eines Mitteljochs und der beiden Flügel, Fig. 7 den wagrechten Durchschnitt eines solchen Jochs nach der Linie mn, Fig. 8 die Verbindung der Schirrbalken durch Schlaudern und Fig. 9 die Vereinigung der äussersten schiefen Jochpfähle mit den nächststehenden lothrechten Pfählen dar. Da sich fast alle Dimensionen und Verbindungen aus der Zeichnung ergeben, so beschränken sich die folgenden Bemerkungen vorzugsweise auf dasjenige, was jener nicht entnommen werden kann.

Zu der in Rede stehenden Brücke ist Eichen- und Fichtenholz verwendet. Aus Eichenholz sind die Jochpfähle (i), die Jochschwellen (k), die Schirrbalken (s) und die sie unterstützenden Streben; ferner die Wechsel zwischen den Schirrbalken (q), die Gurtgesimse der Joche (g), die Geländer und die Flügel (f) mit Ausnahme der Verschalung. Aus Fichtenholz wurden alle übrigen Theile angefertigt, nämlich die Strassenträger oder Enzbäume (r), die Querschwellen (u) der Fahrbahn und Fusswege, die Wasserrinnen, sowie die Bohlen zur Verschalung der Fusswege, Joche und Flügel. Die Jochpfähle, von denen die

äussersten einen Anlauf von 1 : 4 haben, sind durchschnittlich 8^m tief eingerammt; sie gehen durch Kiesboden und stecken mehrere Decimeter tief in einer harten Flinzschiechte. Das Eindringen in diese Schichte forderte nicht nur sehr schwere Pfahlschuhe, sondern auch die Anwendung von Kunstrammen. Die Pfahlschuhe sind aus Schmiedeisen und haben mit Einschluss der Nägel ein Gewicht von je 20^k. Die Kunstramme hatte einen Rammklotz von 728^k und eine grösste Fallhöhe von 7,3^m. Eine Hitze von 30 Schlägen bewirkte am Schlusse des Rammens ein Eindringen des Pfahles von nur noch 6^{mm}. Die schiefen Jochpfähle wurden zuerst eingerammt, hierauf nach der Linie $\alpha\beta$ (Fig. 9) abgeschnitten und etwas von der Brücke weggezogen, damit die nächststehenden lothrechten Pfähle eingerammt werden konnten. Standen diese, so wurde die Versatzung α eingeschnitten und der schiefe Pfahl mit zwei Schrauben (p, p') befestigt. Alle Jochpfähle sind nach einer Lehre geschlagen, wovon der eine Theil in der Höhe des niedrigsten Wasserstands und der andere in der Höhe der Schirrbalken lag. Auf diese Weise wurde nicht nur ein gleicher Abstand der Pfähle, sondern auch eine parallele Lage der Seitenflächen bewirkt.

Die Kronschwelle ist mit den Jochpfählen durch Zapfen und mit den Schirrbalken durch Kämme verbunden. Die oberen Schirrbalken, welche glatt auf den unteren liegen, sind gegen Verschiebung nach der Länge durch drei eichene Dübel (e) und gegen seitliches Ausweichen durch die Wechsel q und die eisernen Schlaudern s geschützt. Diese Schlaudern wurden erst angewendet, nachdem sich die Eisenklammern c , welche je zwei Wechsel verbanden, als unzureichend erwiesen hatten. Ihre Verbindung mit den Schirrbalken ergibt sich aus Fig. 8. Sie haben einen kreisrunden Querschnitt von 3,5^{cm} Durchmesser. An einigen Jochen bestehen diese Schlaudern nur aus zwei langen Schraubenbolzen, wovon jeder durch drei Schirrbalken geht und in der Mitte der Brücke von einem Schlosse gefasst wird, welches wie die Spindeln der Bolzen ein rechtes und ein linkes Gewinde hat.

Die Enzbäume stossen über den Jochen stumpf zusammen und sind an die oberen Schirrbalken durch Schraubenbolzen befestigt. Auf ihnen liegen 2,3^{dm} dicke Querhölzer (u), die eine in der Mitte 1,75^{dm} und an den Rinnen 1,15^{dm} hohe Kiesschiechte tragen, welche die Fahrbahn bildet. Neben der Fahrbahn befinden sich hölzerne Rinnen, welche zur besseren Ableitung des Wassers ein wellenförmiges Längenprofil haben, in der Art, dass an jeder mit einem Roste bedeckten Abzugsöffnung (v) die tiefste und in der Mitte zwischen zwei Rosten die höchste Stelle sich befindet.

Die von den Ufern des Flusses und der Fahrbahn der Brücke aus sichtbaren Theile wurden mit einem Anstriche und einzelne Constructionstheile mit Zierlinien versehen, wie dies in Fig. 10 angedeutet ist.

Zur Beurtheilung des Tragvermögens der eben

beschriebenen Brücke sei Folgendes bemerkt. Ein Brückenfeld ohne Joch- und Schirrbalken enthält 45,9 Kb^m weiches Holz, 9,7 Kb^m Eichenholz und 11 Kb^m Kies. Rechnet man das Gewicht von 1 Kb^m Fichtenholz zu 460^k, Eichenholz zu 910^k und Kies zu 1600^k, so wiegt das ganze, 14,6^m lange Brückenfeld 47540^k und folglich ein laufender Meter 3256^k. Wird hiezu eine zufällige oder Verkehrsbelastung von $\hat{\pi}$ Kgr auf den Quadratmeter gerechnet, so beträgt das Gesamtgewicht eines laufenden Meters Brückenbahn 3256 + 8,8 $\hat{\pi}$ Kilogramme, da ein Meter nach der Länge der Brückenbahn 8,8 \square^m Oberfläche hat.

Liegt ein mit der gleichmässig vertheilten Last $\hat{Q} = \hat{q}l$ beschwerter Balken mit seinen um die Länge l entfernten Enden auf gleich hohen Stützen frei auf, und bezeichnet $\hat{\alpha}$ die zulässige Spannung und $\hat{\beta}$ die zulässige Pressung auf die Flächeneinheit der äussersten Fasern, so findet, wie im Abschnitt II des allgemeinen Theiles schon kurz erwähnt wurde, für den in der Mitte befindlichen gefährlichen Querschnitt zwischen den angeführten Grössen die

Gleichung $\frac{\hat{q}l^2}{8} = \frac{\hat{\alpha}}{m} \theta$ statt, worin θ das Trägheitsmoment

des Querschnitts bezüglich der Schwerpunktsaxe und m den Abstand der meistgespannten, also äussersten Faser von der neutralen Faser bezeichnet. Für rechteckigen

Querschnitt von den Seiten b und h wird $\theta = \frac{1}{12} bh^3$,

wenn der Balken mit der Seite b aufliegt, und $m = \frac{1}{2} h$;

nach Einsetzen dieser Werthe erhält man $\frac{3}{4} \hat{q}l^2 = bh^2 \cdot \hat{\alpha}$. Das Verhältniss $b:h$ wird gewöhnlich gleich 5:7, also

$b = \frac{5}{7} h$ genommen; ist somit die Belastung pro Längeneinheit \hat{q} ,

die Stützweite l und die zulässige Anspruchnahme pr. Quadrateinheit $\hat{\alpha}$ bekannt, so lässt sich h und b

berechnen. Wenden wir diese Gleichung auf den vorliegenden Fall an, so ist hier $b = 0,29^m$, $h = 0,35^m$,

$l = 6,0^m$, indem der zwischen den Enden der Schirrbalken gelegene Theil der Strassenträger als freitragend angenommen, von der Befestigung der Strassenträger mit den Schirrbalken aber abgesehen werden soll, und da

somit die Last des freitragenden Theils der Brücke = 6 (3256 + 8,8 $\hat{\pi}$) = 19536 + 52,8 $\hat{\pi}$ Kgr von 11 Balken

getragen wird, $\hat{Q} = \frac{1}{11} (19536 + 52,8 \hat{\pi}) = 1776 + 4,8 \hat{\pi}$

Kgr. Setzt man diese Werthe in obige Gleichung ein, so bleiben noch zwei Grössen $\hat{\alpha}$ und $\hat{\pi}$ unbestimmt und es kommt nun darauf an, welche von beiden für gegebene

Werthe der andern gesucht werden soll: für einen gegebenen grössten Werth von $\hat{\alpha}$ findet man das grösste

Tragvermögen $\hat{\pi}$ der Brücke, und für gegebene Werthe von $\hat{\pi}$ die Spannungen des Holzes in den meistangestregten

Fasern, welche denselben entsprechen.

Setzt man $\hat{\pi} = 0$, d. h. ist die Brücke ausser durch ihr Eigengewicht nicht belastet, so ist \hat{Q} oder $\hat{q}l = 1776^k$

und es wird $\hat{\alpha} = 22,5^k$ pr. \square^m . Nimmt man, wie früher

für Strassenbrücken gebräuchlich, $\dot{\alpha} = 330^k$ (rot.) pr. \square^m , so ist $\dot{q}1 = 3360^k$ und es wird $\dot{\alpha} = 44^k$ pr. \square^{cm} , während gewöhnlich auf die Dauer eine grösstzulässige Spannung oder Pressung von 70—80^k pr. \square^{cm} angenommen wird.

Die Brücke, welche nunmehr über 30 Jahre besteht, erfordert allmählig immer bedeutendere Reparaturen und die Frage wegen Ersatzes derselben durch eine andere aus dauerhafterem Materiale gebaute wird in nicht sehr ferner Zeit zu beantworten sein.

Blatt 13.

Bahnbrücke über den Becquerelbach.

Die Brücken, welche ganz und gar aus Holz construirt sind, leiden an dem grossen Uebelstande, dass die Land- und Mitteljoche an den Stellen, welche abwechselnd der Nässe und Trockenheit ausgesetzt sind, leicht faulen und dem zu Folge oft ausgewechselt werden müssen. Diesem Uebelstand wird am besten dadurch abgeholfen, dass man die Widerlager und Pfeiler nicht aus Holz, sondern aus Steinen baut, was in der neueren Zeit auch meistens geschieht. Wenn man jedoch nicht in der Lage ist, dieses Mittel anzuwenden, so kann man den hölzernen Jochen eine verbesserte Einrichtung geben, indem man sie aus zwei Theilen zusammensetzt, wovon der eine stets unter Wasser ist, der andere aber theils im Wasser, theils in der Luft steht. Der Theil unter Wasser (das Grundjoch) wird, weil er fortwährend nass ist, sich sehr lange halten, während der obere Theil (das Hauptjoch) ausgewechselt werden kann, so oft es nöthig ist, ohne dass der Grundbau, welcher immer die meisten Kosten verursacht, einer Veränderung bedarf.

Da die Brücke, welche die französische Nordbahn über den Becquerelbach führt, dergleichen Joche besitzt, so wurde ihr zunächst aus diesem Grunde, dann aber auch wegen ihrer übrigen zweckmässigen Einrichtung ein Platz in diesen Blättern eingeräumt. Fig. 1 stellt einen Theil der Längensicht, Fig. 2 einen Querschnitt der Fahrbahn mit der Seitenansicht eines Jochs, Fig. 3 einen Theil des Längenschnitts, Fig. 4 einen Theil der Ansicht von Oben und des Grundrisses, Fig. 5 einen Querschnitt der Fahrbahn am Widerlager mit dessen Seitenansicht und Fig. 6 endlich eine Oberansicht des Grundjochs der in Rede stehenden Brücke vor, während die Figuren 7—10 eine andere, dieser Brücke nicht angehörige Construction eines Grund- und Hauptjochs darstellen. Wir fügen diesen Abbildungen noch folgende Bemerkungen bei.

Die Brücke über den Becquerelbach hat sieben Oeffnungen, jede von 4,5^m Weite zwischen den Jochmitten. Ihre massiven Widerlager und Flügel sind auf eine durchlaufende und 1,5^m dicke Betonschicht gegründet, welche ringsum von einer Spundwand (s, s) umgeben ist. Die zur Unterstützung der sieben Brückenfelder nöthigen sechs Joche sind folgendermassen construirt. Jedes Grundjoch

besteht aus acht eingerammten Pfählen (p, p), auf welche, bündig mit der Sohle des Flussbetts, eine Schwelle (a, a) mit Keilzapfen befestigt ist. Auf diese Schwelle sind die Pfähle (r, r) des Hauptjochs gestellt und, damit sie nach keiner Seite ausweichen können, werden sie durch zwei andere Schwellen (b, b) und eine hinreichende Anzahl Schraubenbolzen (e, e) von der Seite her fest gehalten, während diese Schwellen selbst durch die Schrauben c, c an die untere Jochschwelle gebunden sind. Zur weiteren Befestigung der Jochpfähle r, r dienen die schiefen Gurten g, g, die Streben d, d und die obere Jochschwelle i, i. Auf dieser Jochschwelle ruhen die acht Träger (k, k) mittelst eben so vieler Schirrbalken (m, m). Nach der Länge des Jochs sind diese Träger so vertheilt, dass je drei ein Schienengeleise in der Mitte und zu beiden Seiten unterstützen, während die beiden äussersten die Fusswege und Geländer tragen helfen. Die Querschwellen (o, o), welche senkrecht auf den Hauptträgern liegen und die Schienen tragen, haben dieselbe Form und Lage wie jene auf den Dämmen zu beiden Seiten der Brücke, so dass die Anordnung des Oberbaues an keiner Stelle eine Abänderung erleidet. Die mit den Schienen parallel laufenden, über die Widerlager verlängerten und auf die Querschwellen geschraubten Balken (n, n) sind Sicherheitschwellen, welche das Auspringen der Wagen verhindern sollen.

Zu der in den Figuren 7 bis 10 dargestellten veränderten Construction eines Grundjochs ist nur zu bemerken, dass Fig. 7 dessen Längensicht, Fig. 8 dessen Querschnitt ist, und dass Fig. 9 und 10 wagrechte Schnitte nach den Linien b b und a a vorstellen.

Blatt 14 und 15.

Bahnbrücke bei Waltenhofen.

In den hierher gehörigen Figuren 1 bis 14 ist eine Howe'sche Fachwerkbrücke mit obenliegender Fahrbahn dargestellt. Die Zeichnungen sind nach dem von der früheren königl. bayerischen Eisenbahnbau-Commission in München ausgegangenen Entwürfe der bei Waltenhofen, eine Meile oberhalb Kempten, über das Thal des Waltenhofer Bachs auf der bayerischen Ludwigs-Südnordbahn in einer Höhe von 25^m über der Thalsole ausgeführten Brücke angefertigt. Die Brücke erhielt eine einzige Oeffnung mit einer Spannweite von 52,5^m und wurde für eine Doppelbahn angelegt. Widerlager und Flügel sind, wie bei fast allen Brücken dieser Art, massiv.

Unter den hölzernen Brücken sind die Howe'schen Fachwerkbrücken aus mehreren Gründen von besonderem Interesse. Die grossen Spannweiten, für welche sie Verwendung finden können, die rationelle Anordnung der Tragwände, ferner der Umstand, dass gerade durch sie die Bahn für den dermaligen Stand der Brückenbautechnik gebrochen wurde und dass hölzerne Fachwerke sowohl als

Tragwände für Brücken als auch zu Arbeitsgerüsten bei Aufstellung eiserner Brücken immer noch häufig benützt werden, rechtfertigen eine ausführlichere Beschreibung dieser Trägerconstructions. Gehen wir hiebei von der einfachsten Anordnung eines frei aufliegenden Fachwerkträgers aus, so besteht derselbe aus dem oberen horizontalen, in seiner Druckfestigkeit beanspruchten Tramen, dem sog. Druckbaum, und dem unteren horizontalen, auf Zug angegriffenen Tramen, dem Streckbaum. Bezeichnet man den Abstand der Schwerpunkte der rechteckigen Querschnitte dieser Tramen, oder auch, da wegen der bedeutenderen Höhe der Tragwände ein relativ geringer Unterschied sich ergibt, den Abstand der oberen Abgrenzung des Druckbaums von der unteren des Streckbaums mit h und mit l die freiliegende Länge des Trägers, so wird meist $h = \frac{1}{10} l$ genommen. Die beiden Tramen werden durch Streben und Hängeeisen in dem festgesetzten Abstände erhalten in der Art, dass durch die Streben eine Verringerung des Abstandes und durch die Hängeeisen eine Vergrößerung desselben verhindert wird. Der Abstand der Hängeeisen von einander wird, wo thunlich, gleich der Höhe der Tragwand genommen und diese somit in einzelne, ganz oder nahezu quadratische Felder getheilt. Die in den einzelnen Feldern einzusetzenden Streben reichen gewöhnlich ohne Unterbrechung von ihrer unmittelbaren oder durch eichene Klötze oder gusseiserne Schuhe vermittelten Verbindung mit dem Streckbaum bis zur entsprechenden Verbindung mit dem Druckbaum, und zwar wird die Vereinigung von Strebenfuss und Kopf mit den Tramen möglichst nahe an den Stellen bewirkt, an welchen die Hängeeisen in die Tramen eindringen. Die Mittellinien der Hängeeisen und der Streben sollen sich in der Schwerpunktslinie der Tramen schneiden. Die Vereinigungsstellen der Streben und Hängeeisen mit den Tramen heissen die Knotenpunkte.

Sollen, wie oben vorausgesetzt, die Tramen nur auf Zug oder Druck — die geringe Einwirkung des Eigengewichtes vernachlässigt — angegriffen werden, so dürfen Belastungen nur an den Knotenpunkten aufgenommen werden. Sind nur einfache Tramen vorhanden, so durchdringen die Hängeeisen dieselben. Bei den Streben, ihre Richtung von unten nach oben aufgefasst, unterscheidet man Hauptstreben, die gegen die Mitte der Tragwand geneigt sind, und Gegenstreben, die gegen das Auflager geneigt sind. Der Zweck der Gegenstreben ist ein mehrfacher, indem sie bei einseitigen Belastungen auf eine gewisse Erstreckung die Stelle der Hauptstreben vertreten, indem sie ferner zur unveränderten Lage des Fusses und Kopfes der Hauptstreben beitragen und ausserdem, wenn diese letzteren an den Kreuzungsstellen mit den Gegenstreben durch Bolzen verbunden sind, den Widerstand jener, in ihrer relativ rückwirkenden (Knickungs-) Festigkeit beanspruchten Constructionstheile erhöhen.

Aus diesen einfachen Fachwerktragwänden gehen die doppelten und zusammengesetzten hervor. Diese sind dann zu verwenden, wenn die Anzahl der durch das einfache Fachwerk gebotenen Knotenpunkte den nöthigen Lastpunkten gegenüber zu gering ist. Doppelte Fachwerke sind bei den Brücken-Constructions der Blätter 14 und 15 angewendet. Man erkennt leicht, dass hier zwei einfache Fachwerke in einander gefügt sind.

Bei grösseren Spannweiten und stärkeren Belastungen werden mehrere einfache oder zusammengesetzte Fachwerke durch Nebeneinanderstellen zu einer Tragwand combinirt. Die hiebei sich ergebenden Anordnungen der Constructions werden wir mit Bezug auf die graphischen Darstellungen sofort näher erörtern, nachdem wir noch Einiges über die Anordnung der hölzernen Fachwerkbrücken im Allgemeinen bemerkt haben.

Die Fahrbahn kann je nach der disponiblen, durch Hochwasserstände oder Verkehrsrücksichten bedingten lichten Höhe über der Thalsohle auf die oberen oder unteren Tramen gelegt werden. Andere, wenn auch mögliche Anordnungen derselben verursachen bei hölzernen Fachwerken constructive Schwierigkeiten. Mag nun die Fahrbahn oben oder unten gelegen sein, so ist es bei Eisenbahnbrücken immer vortheilhaft, für jedes Geleise zwei Tragwände herzustellen, welche mit den beiden Tragwänden des anderen Geleises in keiner Verbindung stehen; bei Strassenbrücken werden zwei, aus einzelnen Fachwerken combinirte Tragwände jeder Zeit ausreichen, um so mehr, als hier die Fusswege ausserhalb derselben angebracht und somit die Abstände der Tragwände nur nach der nöthigen Fahrbahnbreite bemessen werden können. Mit Rücksicht auf die bei hölzernen Brücken stets im Auge zu behaltende Möglichkeit einer leicht zu bewerkstelligen Reparatur und Auswechslung schadhafter Theile können bei diesen Fachwerken die Lastpunkte nur ziemlich nahe den Knotenpunkten und symmetrisch zu diesen angeordnet werden.

Die beiden einer Brücke angehörigen Tragwände müssen, um horizontalen Einwirkungen Widerstand vereinigt leisten zu können, durch horizontale, bei obliegender Fahrbahn wohl auch durch verticale Verstreben abgesteift sein. Es werden hiezu am besten je die oberen und unteren Tramen zweier Tragwände durch Füllungsglieder zu horizontal liegenden Fachwerken vereinigt, wie dies durch Streben und Hängeeisen bei dem Druck- und Streckbaum für das vertical gelegene Fachwerk einer Tragwand geschehen ist.

Die Grösse der Angriffe auf die einzelnen Constructionstheile ist je nach der Lage derselben und den stattfindenden Belastungen sehr verschieden, und zwar ist

1) der Druck in den oberen und der Zug in den unteren Tramen bei gegen die Mitte symmetrischer Belastung am grössten in der Mitte des Brückenfeldes und nimmt gegen die Enden hin ab;

2) der Druck auf die Hauptstreben bei gleichmässiger Belastung der Brücke in der Mitte des Brückenfeldes am schwächsten, an den Enden desselben am stärksten; und

3) der Zug in den Hängebolzen um so grösser, je näher sie an den Enden der Tragwand liegen.

Trotzdem aber werden bei hölzernen Fachwerken aus constructiven Gründen die Querschnitte der einzelnen Theile nur nach den grössten stattfindenden Angriffen bemessen und nur bei den Hängebolzen bildet man 3, 5 oder mehrere Abtheilungen, für deren jede der grösste Angriff bestimmt und darnach der Querschnitt des Bolzens berechnet wird.

Mit Bezug auf die graphischen Darstellungen ist nunmehr weiter zu erwähnen, dass in Fig. 1 die Hälfte der Längensicht, in Fig. 2 Horizontalschnitte eines Widerlagers zum Theil über dem Gewölbrücken, zum Theil in der Höhe der Kämpferlinie, ferner verschiedene Grundrisse des Balkenwerks, mit Hinweglassung der Fahrbahnconstruction, mit aufgelegten Querschwellen, ohne und mit Langschwellen, ohne und mit Brettverschalung und Blechabdeckung, in Fig. 3 ein Stück des Längenschnitts nach der Linie G H, in Fig. 4 ein Querschnitt des Fachwerks nach der Linie E F, in Fig. 5 ein Querschnitt der Flügelmauern nach der Linie C D gegeben ist, während die Figuren 6 bis 14 Detailzeichnungen zu den wichtigsten Verbindungen sind. Der Maassstab für die ersten fünf Figuren beträgt $\frac{1}{100}$, für die neun letzteren $\frac{1}{20}$ der natürlichen Grösse. Alle eingeschriebenen Maasse sind in bayerischem Fussmaasse zu verstehen.

Ohne Zurechnung der Auflager ist jede Tragwand $52,5^m$ lang, $5,25^m$ hoch und im Lichten stehen die Tragwände $2,67^m$ von einander entfernt. Die einzelnen Tragwände der Brücke bestehen aus je drei oberen und drei unteren Tramen (i, i) von Lärchenholz und $2,3^m$ auf $2,9^m$ Querschnitt; ferner aus $2,0^m$ starken doppelt gekreuzten Streben (k, k'), deren Endpunkte sich auf Eichenklötze (e, e) stützen; und aus $5,4^m$ langen schmiedeisernen Hängebolzen (m, m) mit kreisförmigem Querschnitt von $4,4^m$ Durchmesser. Die Hauptstreben (k, k) liegen zwischen den äusseren und die Nebenstreben (k', k'), welche die entgegengesetzte Neigung der Hauptstreben haben, zwischen den mittleren Tramen jeder Tragwand. Es sind also doppelt so viel Haupt- als Nebenstreben vorhanden. Die Hängebolzen jeder Wand gehen (nach Fig. 9) paarweise zwischen den drei Streckbäumen durch und ihre Muttern stützen sich sowohl oben als unten auf gusseiserne Unterlagsplatten (c, c), welche die drei Streckbäume übergreifen. Zwischen diesen Bolzen liegen die Nebenstreben, während die Hauptstreben ausserhalb liegen. Diese Streben sind, wie man aus Fig. 3 und 4 sieht, unter sich verbolzt. Die kleinen Räume von $5,8^m$ zwischen je zweien sind ebenso wie bei den Streckbäumen an den Kreuzungsstellen mit Holzstückchen ausgefüllt. An den Enden der Tragwände sind die Nebenstreben durch gusseiserne Schuhe

von der Form, welche Fig. 7 und 8 zeigen, an die lothrechten Ständer b, b befestigt.

Je zwei Tragwände sind innerhalb der Ebenen der oberen Tramen durch wagrechte Windruthen (w, w) von $2,0^m$ Stärke auf die in Fig. 2 in kleinerem und in Fig. 12 und 13 in grösserem Maassstabe dargestellte Weise verbunden. Ausserdem greifen die $10,22^m$ langen und $2,9^m$ dicken Querschwellen (n, n) über sämtliche vier Tragwände, auf die sie durch Kämme und Schrauben befestigt sind (Fig. 4 und 10). Die beiden mittleren Tragwände sind überdies durch zwei Diagonalstreben (d, d), welche unten auf den Mauerlatten v, v ruhen und oben in einem gusseisernen Schuh (s. Fig. 10) stecken, zusammengehalten, so dass bei der Dicke dieser Wände keine Seitenschwankung zu befürchten ist.

Unter den Enden der unteren drei Streckbäume jeder Tragwand sind, wie Fig. 4 zeigt, je zwei $3,5^m$ dicke und $8,76^m$ lange Schirrbalken (a, a) angebracht, welche mit den Streckbäumen verschraubt und durch drei Jochstreben (f, f) unterstützt sind. Die Befestigung dieser Streben auf den Widerlagern ist aus Fig. 3, und jene an den Schirrbalken aus Fig. 6 ersichtlich. Bei den in neuester Zeit zur Anwendung gekommenen hölzernen Fachwerkträgern ordnet man das Auflager mehr den der Berechnung zu Grunde gelegten Annahmen von Stützpunkten entsprechend an und nähert sich hierin den bei eisernen Fachwerken gebräuchlichen und bei diesen zu betrachtenden Auflagerungsweisen, um nicht durch willkürliche Einschaltungen von Constructionstheilen andere Kräftevertheilungen herbeizuführen, als sie bei der Berechnung, bei welcher solche Hilftheile nicht berücksichtigt sind, gefunden wurden. —

Das Mauerwerk ist auf eine Betonschicht fundirt und unterhalb der Stützpunkte der Jochstreben ganz, oberhalb derselben aber nur an den Kanten mit Quadern verkleidet. Die Widerlager sind $14,6^m$ hoch und unten $4,1^m$, oben $2,6^m$ dick; die Flügel haben eine Höhe von $20,3^m$ und eine Dicke unten von $2,3^m$, oben von $1,2^m$, wie Fig. 5 näher angibt. Diese Flügelmauern sind durch $0,6^m$ dicke und $4,5^m$ weite halbkreisförmige Gewölbe verbunden, deren Horizontalschub durch starke eiserne Schlaudern (g, g) aufgenommen wird.

Blatt 15.

Elbebrücke bei Wittenberge.

Die hieher gehörigen Figuren 1 bis 10 stellen dasjenige Feld der Eisenbahnbrücke über die Elbe bei Wittenberge dar, welches vor der Ausführung dieser Brücke angefertigt und im März 1850 einer strengen Prüfung seiner Tragfähigkeit unterworfen wurde. Die vorgenommene Probe bestätigte von Neuem die Vorzüglichkeit der Fachwerkbrücken, wie aus den unten folgenden Versuchsergebnissen näher zu entnehmen ist, welche nebst der Zeich-

nung des Brückenfeldes dem im Jahrgange 1850 der Eisenbahnzeitung veröffentlichten Berichte des k. preussischen Regierungs- und Baurathes v. Unruh entlehnt sind.

In unserer Zeichnung ist Fig. 1 ein Theil der Seitenansicht, Fig. 2 ein Theil des lothrechten Längenschnittes, Fig. 3 der Grundriss für verschiedene Höhenlagen, Fig. 4 die obere Querverbindung der Tragwände und Fig. 5 ein lothrechter Querschnitt nach der Linie AB, während die Figuren 6 bis 10 verschiedene gusseiserne Schuhe vorstellen.

Die Haupttheile der Fachwerkbrücke, die Tragwände W, sind hier, soweit sie frei liegen, 53,75^m lang, 6,01^m hoch und stehen im Lichten 4,16^m von einander ab. Jede Wand ist aus drei neben einander liegenden oberen und eben so vielen unteren Streckbäumen (i, i) gebildet, zwischen denen die Kreuzstreben (k, k') so vertheilt sind, dass die Hauptstreben (k, k) doppelt, die Nebestreben (k', k') aber nur einfach vorkommen. Beide — die Streckbäume und Kreuzstreben — sind durch schmiedeiserne Hängebolzen (m, m) zu einem festen Ganzen verbunden. Die Streben stützen sich in den Punkten a auf Schuhe von der Form Fig. 6, bei b von der Form Fig. 7, bei c und d von der Form Fig. 8, bei e von der Form Fig. 9, und in der Mitte bei f und g von der Form Fig. 10. Die Fahrbahn besteht hier aus 3,4^{dm} hohen und 2,6^{dm} breiten Querschwellen (n), welche auf den unteren Streckbäumen ruhen und auf jeder Seite noch 1,6^m vortreten, um zwei aussen liegende 1,4^m breite Fusswege zu tragen. Senkrecht auf die Querschwellen sind zwei Reihen Langschwelen (r) mit den Eisenbahnschienen und zwischen den Langschwelen kurze Querhölzer (o) zur Aufnahme des auch für gewöhnliches Fuhrwerk dienenden Bohlenbelegs (q, q') befestigt. Die unteren Querschwellen (n, n) sind durch einfache (p), die oberen (n', n') durch doppelte Kreuzstreben (p', p') und die beiden Tragwände noch besonders durch wagrechte Querbolzen (s, s') verbunden.

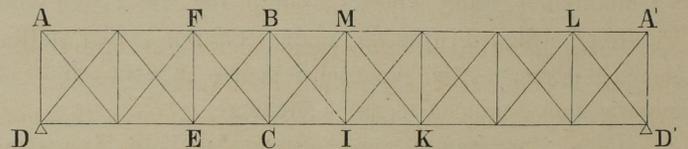
Von den Wirkungen der Belastungen führen wir nur folgende an. Die Fahrt einer 30^T schweren Locomotive bewirkte in der Mitte der Brücke eine Senkung von 1,5^{cm}; die Fahrt derselben Locomotive über zwei Keile von 1,3^{cm} Höhe nach dem Stosse eine Senkung von 1,7^{cm}; die Fahrt von vier Locomotiven, welche 126^T wogen, eine Senkung von 4,1^{cm}; endlich eine gleichmässige Vertheilung von 100^T Roheisen und das Aufstellen zweier Locomotiven, deren Gewicht 63^T betrug, eine Senkung von 7,9^{cm}. Als 240 Mann im Tritte tactmässig über die Brücke marschirten, senkte sich dieselbe nur um 0,5^{cm}, und als dieselbe Mannschaft möglichst in der Mitte nach dem Tacte 1,5^{dm} bis 2,4^{dm} hoch sprang, um 2^{cm}. Nach jedem Sprunge aber schnellte die Brücke so in die Höhe, dass die Schwingungen 6,8^{cm} betrug, und als das Springen aufgehört hatte, konnte man noch drei volle Schwingungen beobachten.

Dieser Versuch war offenbar der gefährlichste und

enthielt, wie der Bericht sich ausdrückt, „eine Misshandlung der Brücke, bei welcher eine Zerstörung des ganzen Systems nicht hätte auffallen können.“ Betrachtet man aber auch nur den vorletzten Versuch, so ergibt sich, dass die Brücke eine zufällige Belastung von 609^k p. □^m mit völliger Sicherheit getragen hat. Denn rechnet man zu dem Gewicht des Roheisens von 100^T das in der Mitte wirkende und 63^T betragende Gewicht der Locomotiven doppelt, so hat man eine gleichmässig vertheilte Last von 226^T auf die Oberfläche der Fahrbahn von 219 □^m und der Fusswege von 152 □^m; es trifft somit auf 1 □^m Oberfläche $\frac{226000}{371} = 609^k$.

Was die Berechnung der Dimensionen der hölzernen Fachwerk-Tragwände anlangt, so gestaltet sich diese äusserst einfach, da man, wie oben schon angedeutet, die Querschnitte der Tramen und Streben nur nach dem grössten stattfindenden Angriff und jene der Hängeeisen nur für einige Abtheilungen bestimmt, und da man ausserdem die grössten Angriffe selbst unter Zugrundelegung gleichmässig vertheilter Belastungen aufsucht, welche dasselbe Maximalmoment wie die vorkommenden concentrirten Lasten bei ungünstigster Stellung hervorrufen.

Bezeichnet für das in nachfolgender Figur dargestellte einfache Fachwerk



- \hat{S} die Spannung in den Tramen (d. h. den Druck in den oberen und den Zug in den unteren) an irgend einer Stelle B, welche von den Widerlagern um die Länge $DC = x$ entfernt ist;
- \hat{N} den Druck auf die Hauptstreben BE des Feldes EC, deren Kopf B von dem Widerlager ebenfalls um $DC = x$ entfernt liegt;
- \hat{Z} den Zug in den Hängebolzen BC, welche sich auch in der Entfernung $DC = x$ vom Widerlager befinden;
- h die Höhe der Tragwand, nach dem Abstände AD der Mittellinien der Tramen bemessen;
- d den durchgehends gleichen Abstand EC zweier Hängebolzen von einander;
- s die Länge EB einer Strebe;
- l die Entfernung DD' der Widerlager oder die Stützweite der Tragwand; und endlich
- $\hat{q} = \hat{p} + \hat{k}$ (Eigengewicht + zufällige Belastung) das grösste gleichmässig vertheilte Gewicht pr. Längeneinheit der Brückenbahn; so ist allgemein:

$$\hat{S} = \frac{\hat{q} x}{2h} (1-x); \quad \hat{N} = \hat{q} \left(\frac{1}{2} 1 - x - \frac{1}{2} d \right) \frac{s}{h};$$

$$\hat{Z} = \hat{q} \left(\frac{1}{2} 1 - x - \frac{1}{2} d \right).$$

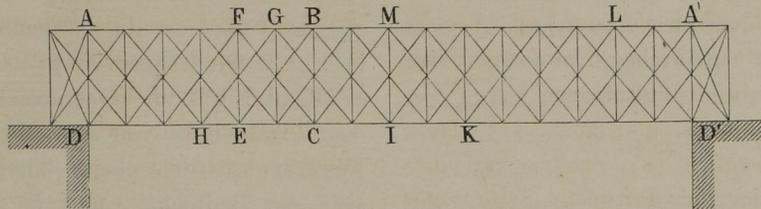
Die grössten Werthe von \hat{S} ergeben sich bei $x = \frac{1}{2} l$,

von \hat{N} und \hat{Z} bei $x = 0$ und $x = 1$, und man erhält, da überdies noch $\frac{1}{2}d$ gegen $\frac{1}{2}l$ vernachlässigt werden kann:

$$1) \hat{S} = \frac{\hat{q} l^2}{8h}; \quad 2) \hat{N} = \frac{1}{2} \hat{q} l \cdot \frac{s}{h}; \quad 3) \hat{Z} = \frac{1}{2} \hat{q} l.$$

Bezeichnet weiter

- β die Pressung, welcher die Flächeneinheit des Querschnitts der Tramen und Streben ausgesetzt werden darf, und welche mit Rücksicht auf Abschnitt II Nr. 2 des allgemeinen Theiles zu bestimmen ist;
 F die Querschnittsfläche aller oberen oder aller unteren Tramen, welche bei Holz für Druck- und Streckbaum gleich gross genommen wird;
 F' die Querschnittsfläche der Hauptstreben in einem Felde der die Brückenbahn aufnehmenden Tragwände;
 F'' die Querschnittsfläche der Hängebolzen in dem ersten Felde der verwendeten Tragwände; und
 \hat{a} den Zug, welchen die Flächeneinheit des Querschnitts



Bezeichnet für die in obenstehender Figur dargestellte zweite Form, für das doppelte Fachwerk,

- \hat{S}' die Spannung in den oberen oder unteren Tramen an irgend einer Stelle B, welche von den Widerlagern um die Länge $DC = x$ entfernt ist;
 \hat{N}' den Druck auf die Hauptstreben BE, deren Kopf B von dem Widerlager ebenfalls um $DC = x$ entfernt liegt;
 \hat{Z}' den Zug in den Hängebolzen BC, welche sich auch in der Entfernung $DC = x$ vom Widerlager befinden;
 d den durchgehends gleichen Abstand EC zweier durch Fuss und Kopf einer Hauptstrebe gehenden Hängebolzen FE, BC; also $\frac{1}{2}d$ die Entfernung zweier nächst liegender Bolzen;
 und behalten die Buchstaben $l, h, s, \hat{q}, F, F', F'', \beta$, \hat{a} dieselbe Bedeutung wie oben, so ist allgemein:

$$\hat{S}' = \frac{\hat{q} x}{2h} (1-x); \quad \hat{N}' = \frac{1}{2} \hat{q} \left(\frac{1}{2} l - x - \frac{1}{4} d \right) \frac{s}{h};$$

$$\hat{Z}' = \frac{1}{2} \hat{q} \left(\frac{1}{2} l - x - \frac{1}{4} d \right).$$

Nimmt man auch hier wieder die grössten Werthe von \hat{S}' , \hat{N}' , \hat{Z}' , welche sich für \hat{S}' aus $x = \frac{1}{2}l$ und für \hat{N}' und \hat{Z}' aus $x = 0$ ergeben, und vernachlässigt bei diesen Werthen $\frac{1}{4}d$ gegen $\frac{1}{2}l$, so wird:

$$1) \hat{S}' = \frac{\hat{q} l^2}{8h}; \quad 2) \hat{N}' = \frac{1}{4} \hat{q} l \cdot \frac{s}{h}; \quad 3) \hat{Z}' = \frac{1}{4} \hat{q} l.$$

In gleicher Weise, wie bei der ersten Form der Tragwand, findet man

der Bolzen aushalten darf, so ist nach bekannten statischen Sätzen:

$$4) F \cdot \beta = \frac{\hat{q} l^2}{8h}, \text{ woraus folgt: } F = \frac{\hat{q} l^2}{8h \cdot \beta};$$

$$5) F' \cdot \beta = \frac{1}{2} \hat{q} l \cdot \frac{s}{h}, \text{ woraus folgt: } F' = \frac{1}{2} \frac{\hat{q} l \cdot s}{h \cdot \beta};$$

$$6) F'' \cdot \hat{a} = \frac{1}{2} \hat{q} l, \text{ woraus folgt: } F'' = \frac{1}{2} \frac{\hat{q} l}{\hat{a}}.$$

Da das Gewicht \hat{q} der Längeneinheit des Brückengebietes zum Theil von dem Eigengewichte \hat{p} und also auch von den Querschnitten F, F', F'' abhängt, so wird letzteres auf Grund einer Skizze vorläufig approximativ festgesetzt, und bei einer allenfallsigen zweiten Berechnung der Werth von \hat{q} nach den erhaltenen ersten Resultaten von F, F' und F'' verbessert.

Es bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, dass durch die Gleichungen (4) bis (6) die Mittel geboten sind, das Tragvermögen einer Fachwerkbrücke von gegebenen Dimensionen zu finden.

- 4) den Querschnitt aller oberen oder aller unteren Tramen

$$F = \frac{\hat{q} l^2}{8h \cdot \beta};$$

- 5) den Querschnitt aller neben einander liegenden Hauptstreben

$$F' = \frac{1}{4} \frac{\hat{q} l \cdot s}{h \cdot \beta};$$

- 6) den Querschnitt aller in einer Normalebene liegenden Hängebolzen

$$F'' = \frac{1}{4} \frac{\hat{q} l}{\hat{a}}.$$

Durch folgendes, mit geringen Abänderungen durch die Bahnbrücke bei Waltenhofen gegebene Beispiel wollen wir die Anwendung der vorstehenden Formeln erleichtern. Eine eingleisige Fachwerkbrücke doppelten Systems habe eine Stützweite von 52,5 m, eine geometrische Höhe (Abstand der Schwerpunkte der Tramenquerschnitte) von 5,25 m, und werde von zwei Tragwänden, die im Lichten 4 m von einander abstehen, getragen. Jede dieser Tragwände bestehe aus drei oberen und drei unteren Tramen mit dazwischen befindlichen Hängebolzen, doppelten Haupt- und einfachen Gegenstreben. Die grösste in Berechnung zu bringende gleichmässig vertheilte Belastung (Eigengewicht und Verkehrslast) betrage 3500^k p. lauf. Meter der Brücke. Es sollen die Dimensionen der Tramen, Streben und Bolzen berechnet werden unter der Voraussetzung, dass $\beta = 50^k$ p. \square^{cm} und $\hat{a} = 600^k$ p. \square^{cm} genommen wird.

Hier ist also $\hat{q} = 3,5^T$, $l = 52,5^m$, $h = 5,25^m$; folglich die grösste Einwirkung auf die sechs oberen (beziehungsweise unteren) Tramen:

$$\dot{S}' = \frac{\dot{q} l^2}{8h} = \frac{3,5 \times 2756,25}{42} = 229,7^T;$$

demnach der Querschnitt aller sechs Tramen:

$$F = \frac{\dot{S}'}{\beta} = \frac{229,7}{5} = 45,94 \square^{\text{dm}},$$

und somit der Querschnitt eines Tramens = 7,65 \square^{dm} . Seine Seiten können daher, wenn er quadratisch ist, 2,76^{dm} betragen.

Da in dem vorliegenden Falle der Winkel der Streben mit den Tramen 45° beträgt, ferner $\frac{h}{s} = \sin a$ ist, wenn

a diesen Winkel bezeichnet, so hat man $\frac{s}{h} = 1,414$;

somit berechnet sich der grösste Druck auf die vier Hauptstreben an den Widerlagern:

$$\dot{N}' = \frac{1}{4} \dot{q} l \cdot \frac{s}{h} = \frac{1}{4} \times 3,5 \times 52,5 \times 1,414 = 74,95^T;$$

demnach der Querschnitt aller vier Hauptstreben:

$$F' = \frac{\dot{N}'}{\beta} = \frac{74,95}{5} = 14,99 \square^{\text{dm}},$$

und somit der Querschnitt einer Strebe = 3,74 \square^{dm} , was einer Quadratseite von 1,93^{dm} entspricht. Der grösste Zug in den vier Hängebolzen an den Widerlagern ist

$$\dot{Z}' = \frac{1}{4} \dot{q} l = \frac{3,5 \times 52,5}{4} = 45,94^T;$$

demnach der Querschnitt aller vier Bolzen:

$$F'' = \frac{\dot{Z}'}{\alpha} = \frac{45,94}{60} = 0,765 \square^{\text{dm}},$$

und somit der Querschnitt eines Bolzens 0,191 \square^{dm} , daher dessen Durchmesser 4,37^{cm}.

Blatt 16.

Brücke von Ivry.

Diese Brücke, welche bei Ivry eine der früher wichtigsten Handelsstrassen Frankreichs über die Seine führt, wurde von dem Oberingenieur H. C. Emmerly gebaut und in einem grösseren, bei Carilian-Goeury in Paris im Jahre 1832 erschienenen Werke höchst ausführlich und sorgfältig abgebildet und beschrieben. Ein Auszug dieses Werkes im dritten Jahrgange der Förster'schen Bauzeitung liegt unserer Zeichnung und Beschreibung zu Grunde.

Die Brücke von Ivry ist eine hölzerne Bogensprengwerkbrücke nach dem System von Wiebeking, und da bei ihrem Entwurfe und Baue alle jene Fehler sorgfältig vermieden wurden, welche den vom Erfinder selbst ausgeführten Bogenbrücken ein so frühes Ende bereiteten, so ist die in Rede stehende Brücke vortrefflich gelungen und deshalb als ein bedeutender Fortschritt in der Ausbildung des genannten Brückensystems zu betrachten.

Die Gesammtlänge der Brücke von Ivry beträgt von einem Widerlager zum anderen 122,25^m und ihre Breite zwischen den Geländern ist = 9,45^m. Die Länge von

122,25^m ist auf fünf Bögen in der Art vertheilt, dass der mittlere Bogen die grösste und jeder folgende eine etwas kleinere Spannweite hat. Der Unterschied der Spannweiten ist aber nur unbedeutend, indem die des Mittelbogens 23,75^m, die der anstossenden Bögen 22,5^m und die der Landbögen 21,35^m beträgt. Das Verhältniss des Pfeils zur Sehne ist bei jedem Bogen nahehin = 1 : 7. In Folge der Verschiedenheit der Spannweiten bildet die Fahrbahn der Brücke der Länge nach keine horizontale, sondern eine ganz flach gebogene Linie. Diese Biegung beträgt aber so wenig, dass wir sie in unserer Zeichnung vernachlässigt haben, so wie wir auch die Spannweiten der zwei dargestellten Bögen als gleich annahmen. Die Widerlager und Pfeiler bestehen aus Bruchsteinmauerwerk, welches an den Hauptflächen mit kantigen Werkstücken, an den Kanten und Ecken aber mit glatt gehauenen Quadern verkleidet ist. Ihre Gründung geschah in Senkstätten, welche auf eingerammte Rostpfähle niedergelassen wurden, nachdem die Rostfelder mit einer Masse von hydraulischem Kalk und grobem Sande ausgefüllt waren.

In Fig. 1 ist die Längensicht eines Brückenfeldes, in Fig. 2 der Längenschnitt desselben nach der Mittellinie K M, in Fig. 3 die Oberansicht desselben, und zwar in dem Theile links von A B die Ansicht der Fahrbahn und Fusswege, in dem oberen Theile rechts von A B die Ansicht der Bedielung, und in dem unteren Theile rechts von A B die Ansicht der Strassenträger und Querschwellen angegeben. Fig. 4 zeigt in ihrem oberen Theile die Befestigung der eisernen Windruthen (z, z), und in ihrem unteren Theile die Verbindung der Tragbögen (c, c) durch Zangen (l, l). Fig. 5 stellt einen lothrechten Querschnitt durch den Scheitel eines Bogens mit der Seitenansicht eines Pfeilers und des halben Gebälkes vor. Fig. 6 und 7 zeigen die Befestigung der Windruthen auf einem Pfeiler, Fig. 11 und 12 die Befestigung auf der mittleren Querschwelle des Bogens, während Fig. 17 bis 20 einen Durchschnitt der Windruthen nach Q R und eine Ansicht von Oben darstellen. Die Figuren 13 bis 16 versinnlichen die gusseisernen Polster, auf welchen die Tragbögen in dem Mauerwerke ruhen, und zwar ist Fig. 13 der Durchschnitt eines solchen Polsters nach S T, Fig. 14 der Grundriss, Fig. 15 die Ansicht von vorne und Fig. 16 die Ansicht von hinten.

Wie die Zeichnung ergibt, besteht jedes Brückenfeld aus sieben besonderen Bogenrippen (c, c) von 0,15^m Breite und 1,5^m Entfernung von Mitte zu Mitte. Jede Rippe besteht aus drei fest verbundenen Lagen gekrümmter Balken von 0,25^m Dicke und zwei geraden Schlussbalken (a, a), deren obere Seiten mit der Scheitelfläche des Bogens bündig sind, während die unteren theils auf den Bogenträgern, theils auf dem Pfeilermauerwerk aufliegen (Fig. 2). Jeder Schlussbalken ist in der Nähe des Scheitels der Bogenrippen ein wenig in diese eingelassen und an der Verbindungsstelle (c, c) mit einer aufgenagelten eisernen

Schiene befestigt. Die beiden äussersten Schlussbalken sind auf den Pfeilern überblattet, die mittleren aber durch Verlängerungsstücke, welche auf dem Mauerwerke liegen und in Zapfen endigen, verbunden. Die gekrümmten Balken werden durch eiserne Gurten (k, k) und hölzerne Hängebänder (h, h) zusammengehalten. Letztere haben aber auch noch die weitere Bestimmung, die in ihrer Richtung liegenden Stossfugen der einzelnen Balkenstücke zu bedecken und den wagrechten doppelten Zangenhölzern (l, l') als Stützen zur Verbindung der Bogenrippen unter sich zu dienen. Damit die Bogenbalken möglichst fest zusammen gehalten werden, sind nach Fig. 8 bis 10 nicht bloss die Hängebänder (h, h) und die oberen und unteren Zangen (l, l') doppelt, sondern auch diese in jene stumpfwinkelig eingeschnitten und vor und hinter den Hängebändern verbolzt. Dieser stumpfe Einschnitt, welcher in den Hängebändern um ein Geringes länger ist als die Zangen dick sind, wirkt, wenn die Zangenbolzen angezogen werden, wie ein Keil, indem sich sowohl die oberen als unteren Zangen gegen die Bogenhölzer bewegen und diese fester an einander drücken. Ausser den Zangenhölzern dienen auch die hölzernen Windstreben (i, i) zur Horizontalverbindung der Rippen.

Diese Streben stützen sich auf die Hängebänder und liegen zwischen den Cylinderflächen der unteren Balken, nach deren Krümmung sich auch die ihrige richtet. Die Enden der Bögen sind stumpf in Stein eingelassen und auf gusseiserne Polster oder Stühle gesetzt. Diese Stühle haben, wie aus den Figuren 13 bis 16 hervorgeht, eine solche Einrichtung, dass zu den genannten Enden die Luft Zutritt hat und allenfalls eingedrungenes Regenwasser von ihnen abfliessen kann.

Die Construction der Brückenbahn weicht von der gewöhnlichen Einrichtung bedeutend ab; ihre gefällige und zweckmässige Anordnung springt aber sofort in die Augen. Diese Bahn besteht erstens aus den auf den Schlussbalken (a, a) liegenden und 0,2^m dicken Querswellen (g, g), welche über die äussersten Rippen vorstehen und einfach profilirt sind (Fig. 5 und 11). Zweitens aus den auf die Querswellen parallel gelegten und mit ihnen verbolzten und vernagelten Querhölzern (x, x) der 1,55^m breiten Fusswege. Drittens aus den Langschwelen (q, q), welche auf den Querhölzern senkrecht liegen und das Dielenbeleg der Fusswege tragen. Viertens aus den Strassenträgern (r, r), welche 0,25^m breit, 6^{cm} dick und auf die Querswellen genagelt sind. Fünftens aus einem Bohlenbeleg von 4^{cm} Stärke, das ebenfalls durch Nägel auf den Strassenträgern befestigt ist. Endlich sechstens aus einer eisernen Fahrbahn, welche eine eigenthümliche Einrichtung hat und daher näher beschrieben zu werden verdient.

Die ganze 6,25^m breite Fahrbahn ist nämlich in drei besondere Bahnen (u, u', u) getheilt, von denen die mittlere (u') für zweispännige und die beiden äusseren (u, u) für einspännige Fuhrwerke bestimmt sind. Die Breite jener

beträgt 2,25^m und die Breite dieser 2^m. Zur Mittelbahn gehören die eisernen Geleise s', s' nebst der dazwischen liegenden Bedielung o, u', o, und zu jeder Seitenbahn zwei eiserne Geleise s, s' nebst der Bedielung u zwischen beiden. Jedes Geleise besteht aus fünf eisernen Schienen und ist 0,5^m breit. Diese Schienen sind an ihren Enden z-förmig umgebogen und theils durch eine an die hölzerne Unterlage angeschraubte Querschiene, theils durch Nägel auf dem Bohlenbelege befestigt.

Die äusseren und mittleren Bogenrippen der Brücke sind, wie Fig. 4 zeigt, nicht bloss durch die hölzernen Windstreben i, i, sondern auch durch eiserne Windruthen (z, z) mit einander verbunden. Letztere sind flache Eisen-schienen von 7^{cm} Breite und 1^{cm} Dicke, welche einerseits auf den Pfeilern in den Puncten m, m' und andererseits auf der mittleren Querschwellen in den Puncten d, d' so festgehalten sind, dass sie sich in den Puncten f, f kreuzen und auf diese Weise unveränderliche Dreiecke bilden, welche im Verein mit den Streben i, i dem ganzen Systeme eine grosse Steifigkeit in horizontalem Sinne verleihen. Die Einzelheiten der Construction und die Befestigung der eisernen Windruthen sind aus den Figuren 11, 12 und 17 bis 20 so leicht und vollständig zu entnehmen, dass sie einer weiteren Erläuterung wohl nicht bedürfen.

Schliesslich noch einige Bemerkungen über die Brückengeländer. Die eisernen Geländersäulen sind 3^{cm} dick und stehen längs der Mittellinie der äussersten Langschwelen q gerade über den Querswellen g und x, welche sie durchdringen und an deren untere Flächen sie angeschraubt sind. Zur weiteren Befestigung dient ein mit x verbundener Strebebogen. Die Horizontal-schienen und die dazwischen liegenden Andreaskreuze, eben so stark als die Geländersäulen, sind mit diesen durch Ueberblattung und Nietten verbunden. Alle Geländerstücke wurden wie die Eisentheile der Bogenträger nach vorausgegangener Grundirung mit schwarzer Oelfarbe angestrichen. —

Ueber das neuerdings fast ausschliesslich verwendete graphische Verfahren, die Stabilität hölzerner Bögen zu untersuchen und beziehungsweise dieselben in statisch richtiger Weise anzuordnen, soll hier zunächst hervorgehoben werden, dass sich dasselbe im Wesentlichen dem über die Stabilitätsuntersuchungen bei Brückengewölben angegebenen Verfahren anschliesst.

Ausserdem ist anzufügen, dass die Mittellinie des Bogens (Bogenaxe) so gewählt werden soll, dass sie mit der Drucklinie der Totalbelastung zusammenfällt. Ist der Bogen, dessen Querschnitt durchgehends ein Rechteck von entsprechender Grösse ist, nicht durch fachwerkähnliche Ausfüllungen mit den oberen, meist horizontalen Tramen in Verbindung gebracht, so soll bei derjenigen einseitigen Belastung, welche die Drucklinie am weitesten von der Bogenaxe entfernt, der Angriffspunct der Mittelkraft noch im Centalkerne des meist gefährdeten Querschnitts sich

befinden, dessen Grösse mit Rücksicht auf die stattfindende Druckvertheilung zu berechnen ist.

Die ungünstigste einseitige Belastung wird im Allgemeinen eingetreten sein, wenn die Verkehrslasten bis zur Mitte der Brücke oder nur wenig über die Mitte hinaus vorgerückt sind.

Ist eine fachwerkartige Versteifung des Tramens mit dem Bogen vorhanden, so wird durch eine geeignete Zerlegung der ausserhalb eines durch drei Constructionstheile geführten Schnitts wirkenden Mittelkraft in Seitenkräfte, deren Richtungen mit den Mittellinien der geschnittenen Constructionstheile zusammenfallen, die Grösse des Angriffes gegen jeden derselben und hieraus dessen Querschnitt bestimmt.

Die Construction der Drucklinien bei totaler und einseitiger Belastung des Bogens wird zweckmässig in der Art vorgenommen, dass das Eigengewicht der Brücke auf Grund einer Constructionsskizze annähernd ermittelt oder mit Hilfe vorläufiger Berechnungen festgestellt wird. Im letzteren Falle können zur Berechnung der Dimensionen der Tragrippen von Bogensprengwerkbrücken die nachfolgenden Formeln verwendet werden, welche Ardant nach dem Vorgange von Navier und Persy in seiner von Kaven übersetzten Abhandlung „über die Anordnung der Sprengwerke von grosser Spannweite“ (Hannover 1847) aufgestellt und durch Versuche erprobt hat.

Ist in der einen oder anderen Weise das Eigengewicht annähernd festgestellt, so wird die Eintheilung der Brücke in einzelne Lamellen unter Berücksichtigung der Uebertragung der Lasten von dem Tramen auf den Bogen, welche durch Zangen, Streben, Bänder u. dgl. vermittelt wird, vorgenommen, das Gewicht jeder Lamelle berechnet, die Kräftelinie in einem bestimmten Maassstab aufgetragen, der Horizontalschub im Scheitel wie früher aufgesucht und schliesslich die Drucklinie construirt. In den erwähnten, unten angefügten Formeln, welche im Metermaasse und Kilogrammen ausgedrückt sind, bezeichnet:

x_0 die halbe Sehne und y_0 den Pfeil des gedrückten Bogens;

r den Halbmesser des halben oder gedrückten Kreisbogens;

b die Breite und h die Höhe des rechteckigen Querschnitts eines Bogens;

φ den halben Mittelpunctswinkel des ganzen Bogens, in Bogenmaass ausgedrückt;

ν die Reciproke von φ oder das Verhältniss $1 : \varphi$, und ν , den Cubus von φ ; ferner

f die verticale Senkung des Bogenscheitels bei horizontal gleichmässig vertheilter Belastung;

\hat{P} die ganze horizontal gleichmässig vertheilte Last, welche der Bogen zu tragen hat;

\hat{H} den Horizontalschub, welchen der Bogen am Kämpfer ausübt;

β , die auf die Dauer grösstzulässige Druckspannung,

welche die Flächeneinheit des Bogenquerschnitts erträgt, und

ε , den Elasticitätsmodul des Holzbogens, welcher wegen der Zusammensetzung des Bogens von dem eines geraden Balkens verschieden ist.

Nach den Versuchen von Ardant kann

$\varepsilon = 50\,000^k$ und $\beta = 30^k$ für 1 cm^2 genommen werden.

A. Für halbkreisförmige Bögen, auf denen die Belastung \hat{P} nach der Horizontalen gleichmässig vertheilt ist, hat man:

1) den Horizontalschub am Bogenanfang $\hat{H} = 0,22 \hat{P}$;

2) die Senkung des Bogens im Scheitel $f = 0,084 \frac{\hat{P} r^3}{\varepsilon b h^3}$;

3) die Beziehung zwischen Querschnitt und Belastung:

$$b h^2 = \frac{\hat{P}}{\beta} (0,68 h + 0,25 r).$$

B. Für gedrückte Bögen, über welche die Last horizontal gleich vertheilt ist, hat man:

1) den Horizontalschub am Bogenanfang $\hat{H} = \frac{1}{2} \nu \hat{P}$, und

2) die Beziehung zwischen Querschnitt und Belastung:

$$b h^2 = \frac{\hat{P}}{2 \beta} (\nu h + \frac{1}{4} \nu r).$$

Für die gebräuchlichsten Verhältnisse von $x_0 : y_0$ folgen hier die berechneten Werthe von ν und ν .

$\frac{x_0}{y_0}$	2	3	4	5	10	15	20
ν	1,080	1,550	2,040	2,660	5,263	7,630	9,520
ν	0,792	0,263	0,117	0,053	0,008	0,002	0,001.

Folgendes Beispiel wird die richtige Anwendung vorstehender Formeln erleichtern:

Eine hölzerne Bogensprengwerkbrücke von der auf Blatt 16 dargestellten Construction habe Oeffnungen von 21^m Spannweite und $3,5^m$ Pfeilhöhe. Jedes Brückenfeld werde von sieben gleichweit entfernten Bogenrippen getragen und wiege mit Einschluss einer grössten zufälligen Belastung von 300^k p. cm^2 im Ganzen $140\,000^k$. Wie gross ist der Querschnitt der Bögen zu machen, und welches wird bei der grössten Belastung der Horizontalschub eines Bogens sein, wenn $\beta = 30^k \text{ p. cm}^2$ angenommen wird?

Hier ist $x_0 = 10,5^m$ und $y_0 = 3,5^m$; folglich $\frac{x_0}{y_0} = 3$ und daher $\nu = 1,55$ und $\nu = 0,263$. Ferner ist $\hat{P} =$ dem siebenten Theil von $140\,000^k = 20\,000^k$, und $r = \frac{x_0^2 + y_0^2}{2 y_0} = 17,47^m$; somit

1) der Horizontalschub eines Bogens $\hat{H} = \frac{1}{2} \nu \hat{P} = 15\,500^k$ und der aller 7 Bögen $= 108\,500^k$.

Wird von den zwei Dimensionen b und h des Querschnitts die eine $b = 0,25^m$ angenommen, so erhält man nach der Formel B, 2:

2) die Höhe des Querschnitts $h = 0,5^m$.

Demnach würde der Bogen aus zwei Lagen, wovon jede $0,25 \cdot 0,25 \text{ cm}^2 = 6,25 \text{ cm}^2$ Querschnitt hat, zusammengesetzt sein.

Blatt 17.

Cascade-Brücke in Amerika.

Die kühnste Anwendung des Howe'schen Brückensystems hat der amerikanische Ingenieur Brown gemacht, indem er die Cascade-Brücke, welche bei Lanesboro' die Newyork-Erie-Eisenbahn über eine 53,4^m tiefe und an ihrem oberen Rande 91,5^m breite Schlucht führte, entwarf und ausführte. Unsere Zeichnung stellt in Fig. 1 die Längensicht dieser Brücke, in Fig. 2 den Grundriss des Gebälks in der Höhe der Querschwelle a, in Fig. 3 einen dergleichen Grundriss in der Höhe der Holme b, in Fig. 4 den Grundriss der Tragrippen, in Fig. 5 das Gebälk nach Wegnahme der Bedielung, in Fig. 6 die obere Ansicht der Bedielung und Fahrbahn, in Fig. 7 in doppeltem Maassstabe den Querschnitt der Brücke durch den Scheitel, in Fig. 8 und 9 in demselben Maasse einen der äusseren und in Fig. 8 und 10 einen der mittleren gusseisernen Schuhe für die Anfänge der Tragrippen vor. Diese Zeichnung ist dem Werke des Amerikaners Duggan: „Specimens of the stone, iron and wood bridges,“ Newyork 1850, entnommen, und es sind darin alle Abmessungen in englischen Fussen und Duodecimalzollen zu verstehen.

Der Querschnitt (Fig. 7) zeigt in Verbindung mit der Längensicht (Fig. 1) am deutlichsten, dass das Princip der vorliegenden Construction das Howe'sche ist; denn die Tragrippen der Cascade-Brücke bestehen aus zwei Reihen Tramen mit zwischenliegenden Kreuzstreben und durchgehenden Hängebolzen, und unterscheiden sich von den Tragwänden der auf den Blättern 14 und 15 dargestellten Howe'schen Brücken nur dadurch, dass sie kreisförmig gebogen sind und von der Mitte gegen die Enden hin stärker werden. Der übrige Theil der Brücke, nämlich die Fahrbahn und deren Verbindung mit den Tragrippen, ist in Beziehung auf das System der Brücke von untergeordneter Bedeutung, und daher vorläufig nicht weiter zu beachten.

Aus der Zeichnung geht hervor, dass jeder Bogen am Scheitel aus drei und am Ende aus sechs Balkenlagen, wovon jede wieder aus zwei neben einander liegenden Balkenreihen besteht, zusammengesetzt ist. Die eichenen Balken haben einen Querschnitt von 2 auf 2,3^{dm}, so dass ein Bogen am Scheitel 6,0^{dm} dick und 4,6^{dm} breit, am Ende aber 12^{dm} dick und 4,6^{dm} breit ist. Sie sind unter sich durch eiserne Bügel (c, c) vereinigt. Die Kreuzstreben messen 2^{dm} im Gevierte und sind in der Mitte überblattet. Sie bilden mit den Hängebolzen, welche auf den Bögen senkrecht stehen und in Fig. 1 durch die radialen Zangen (z, z) verdeckt sind, Fächer von 2,29^m Breite und 3,05^m Höhe. Jeder Bogen ruht mit seinem Fusse in einem gusseisernen Schuhe von der Form 8 und 9, wenn er den äusseren Tragwänden angehört, und von der Form 8 und 10, wenn er die mittleren Rippen bilden hilft. Diese Schuhe

ruhen ihrerseits auf einer untermauerten Widerlagsplatte (w) von Gusseisen, welche mit dem Schuh durch eiserne Keile so verbunden ist, dass der Druck auf sie und folglich auch auf das Mauerwerk gleichmässig vertheilt werden kann. Damit die Bogenrippen ihre gegenseitige Lage nicht ändern können, sind sie von 4,575 zu 4,375^m durch Kreuzgestelle (e, e), welche zur Stirnfläche und auf den Bögen senkrecht stehen, gehalten. Die Holme (b, b') dieser Gestelle, welche mit den Bögen an den Kreuzungsstellen verkämmt und verbolzt sind, gewähren den Windstreben (w, w') zwischen den oberen und unteren Bögen feste Stützpunkte.

Die Construction der Fahrbahn ergibt sich von selbst aus der Zeichnung, und über ihre Verbindung mit den Tragrippen ist nur noch zu bemerken, dass die Haupttheile dieser Verbindung lothrechte Ständer (s, s) sind, welche 9,3 \square^{dm} Querschnitt haben und in horizontalen Entfernungen von 1,83^m auf den vier Tragrippen befestigt sind. Unter sich sind je vier Ständer nach ihrer Höhe 1-, 2- oder 3mal durch wagrechte Querbalken (q, q) mit dazwischen befindlichen Andreaskreuzen verbunden, und oben vereinigt sie eine gemeinschaftliche Jochschwelle (i, i), auf der das Gebälk der Fahrbahn liegt. Damit mehrere dieser Joche mit einander und mit den Tragrippen verbunden werden, sind, wie aus Fig. 1, 4, 7 zu sehen, an den Seitenwänden der Tragrippen die radialen Zangen (z, z) angebracht, welche mit den beiden Bögen und den Ständern, die sie kreuzen, verbolzt sind.

Blatt 18.

Festes Versetzgerüste.

In so ferne die Unterlagen bedeutenderer hölzerner Brücken, wo thunlich, immer aus Mauerwerk hergestellt werden, ist es gerechtfertigt, unter die diesen Brücken gewidmeten Blätter ein festes Versetzgerüste aufzunehmen, von dem aus die leichte und sichere Herstellung eines steinernen Brückenpfeilers ermöglicht werden soll. Wir geben aber dieses Blatt gleichzeitig als Repräsentanten solcher Versetzgerüste im Allgemeinen und wählen hier ein festes Gerüste, nachdem auf Blatt 10 und 11 bewegliche Versetzkrahnen dargestellt worden sind. Zur Erfüllung des ausgesprochenen Zweckes läuft der Brückenaxe parallel der Steg A, welcher zur Beifuhr der zu versetzenden Steine mit Hilfe des auf einem Schienengeleise rollenden Wagens w' dient. Die Jochpfähle (b), auf welchen die Fahrbahn ruht, werden so weit in den Boden eingerammt, dass während der Bauzeit keine nachtheilige Senkung derselben zu fürchten ist. Gewöhnlich reicht eine Tiefe von 1,5^m bis 2^m hin. Die Jochschwellen c sind mit den Pfählen verzapft und die Bahnträger e mit den Schwellen verkämmt. Will man diese Träger nicht wie hier durch Streben unterstützen, so muss man die Jochpfähle näher zusammenrücken. Mit dem Stege A steht

das Versetzgerüste B so in Verbindung, dass das Wagengeleise vw über das Steggeleise el weggeht, damit der Krahn über den Steinwagen w' gebracht werden kann, um dessen Last zu empfangen. Die Ständer (a) dieses Gerüsts werden entweder besonders in den Boden gerammt oder auf die Leitpfähle der Spundwand, welche den Pfeiler umgibt, aufgepfropft. Unter sich sind sie durch Schwertlatten, oder aufgenagelte oder angeschraubte Bretter und Bohlen (d, d) verbunden, und über sie hinweg laufen die Holme f, die an den Enden durch die Querschwellen m zusammengehalten werden. Auf diesen Holmen liegt ein Schienengeleise vw zur Bewegung des Wagens W, auf dem man den Krahn nach der Richtung xz vor- und rückwärts schieben kann. Der Wagen W

wird von Arbeitern, die auf dem Stege k stehen, und der Krahn von dem Stege n aus, auf dem sich die Haspeldreher befinden, geschoben.

Die Wirkungsweise der verschiedenen Theile des Krahns als bekannt vorausgesetzt, wollen wir nur noch darauf hindeuten, dass derselbe drei auf einander senkrechte Bewegungen der Last gestattet, nämlich eine lothrechte durch die Drehung der Haspeln, eine wagrechte senkrecht zur Stirnseite der Brücke durch Bewegung des Wagens W auf dem Geleise vw, und eine zweite wagrechte, parallel zur Stirnfläche, durch seine eigene Verschiebung auf dem Geleise xz. Durch diese drei Bewegungen ist es aber möglich, ein Werkstück an jede beliebige Stelle des Pfeilers zu bringen.

III. Eiserne Brücken.

Die eisernen Brücken sind zum Theil den hölzernen und steinernen Brücken nachgeahmt, zum Theil aber auch in neu entwickelten, bei den älteren beiden Brückengattungen nicht vertretenen Formen ausgeführt worden.

Je nach der Einwirkung der Hauptträger auf Pfeiler und Widerlager lassen sich hier drei Gruppen unterscheiden, deren erste dadurch charakterisirt ist, dass die Stützen keinen oder nur sehr geringen Seitenschub erleiden, — hieher gehören die Barren-, Balken-, Gitter- und Fachwerk-Brücken —, deren zweite die Bogenbrücken umschliesst, bei welchen die seitlichen Einwirkungen den Abstand der Stützen zu vergrössern suchen, und deren dritte durch die Hängebrücken gebildet wird, bei welchen der Angriff auf die Stützen eine Annäherung derselben zu bewirken strebt.

Für jede dieser drei Gruppen sind durch die Vorlegeblätter ausgewählte Beispiele gegeben.

Was die Aufeinanderfolge der Tafeln anlangt, so wurde diese theils nach der Grösse der Bauwerke, theils nach der constructiven Ausbildung der einzelnen Systeme, wo thunlich auch mit Rücksicht auf geschichtliche Momente festgestellt.

Die beweglichen Brücken sind nur durch ein Beispiel vertreten, welches bereits in den ersten Auflagen der Vorlegeblätter aufgenommen war und welches die Anordnung der wichtigsten beweglichen Brücken, nämlich der Drehbrücken, wenn auch nicht in der ausgebildeten Construction der Träger zeigt, welche dieselben in neuerer

Zeit erhalten. Weitere Darstellungen über diese Abtheilung von Brücken mussten mit Rücksicht auf den Umfang der neuen Auflage unterbleiben.

Was die Berechnung eiserner Brücken betrifft, so werden wir auch hier, wie bei den hölzernen Brücken, die Anwendung von Formeln, zu deren Verständniss nicht zu weit gehende Erklärungen nöthig sind, an einzelnen durch die Tafeln gebotenen Beispielen zeigen, das hauptsächlichste Gewicht aber auf die Beschreibung der Construction und auf jene Angaben legen, welche die Grundlage der Berechnungen bilden.

Zu letzteren gehört aber vorzugsweise eine geeignete Festsetzung der zu verwendenden Festigkeitscoefficienten, und da diese Frage bei allen Untersuchungen wiederholt auftritt, so erachten wir es für zweckmässig, das Wesentlichste hierüber bezüglich des in neuester Zeit fast ausschliesslich zu Brückenconstructions verwendeten Schmiede-Walzeisens sofort anzufügen.

1) Als zulässige Druck-, Zug- oder Schubspannung wird noch ziemlich allgemein ein aliquoter, in der Regel der fünfte Theil der Druck-, Zug- oder Schubfestigkeit festgesetzt, und sodann angenommen, man habe mit fünffacher Sicherheit construirt. Die üblichen Ansätze für die zulässigen Spannungen α , β und γ bewegen sich demgemäss zwischen 60 und 66^T pr. □^{dm}. Ausser der hierin enthaltenen unrichtigen Vorstellung, als seien Spannungen über die Elasticitätsgrenze (ca. 160^T pr. □^{dm}) noch sicher, erscheinen diese Annahmen auch deshalb willkürlich, weil hiebei keine Rücksicht darauf genommen