

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 obeliegender 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-