

Belastung mit 6600^k pr. lauf. Meter der Brücke in Ansatz gebracht. Zur Vereinfachung der Rechnung wurde angenommen, dass die Stützweite der äusseren Oeffnungen 36^m, jene der Mittelöffnung 54^m betrage, und sodann wurden die Verticalkräfte und die Angriffsmomente von 3 zu 3^m Abstand für die drei Fälle — Belastung der beiden Seitenöffnungen, Belastung der Mittelöffnung allein und Belastung einer Seiten- und der Mittelöffnung —, und hieraus die Maximalangriffe in den verschiedenen Querschnitten bestimmt; zur Festsetzung der letzteren wurde die zulässige Spannung und Pressung des Eisens pr. □^{mm} zu 6^k genommen. Nach Abzug der Nietöffnungen stimmen die der Ausführung zu Grunde gelegten Querschnitte der einzelnen Constructionstheile im Allgemeinen gut mit den berechneten. Die Abstufungen der oberen und unteren Gurtungen fallen nicht in denselben Verticalschnitt; man suchte überhaupt alle Stösse möglichst zu verschränken und gleichmässig auszuthemen.

Die Gitter erhielten in den Seitenöffnungen eine Ueberhöhung von 3^{cm}, in der Mittelöffnung von 4,5^{cm} bei einer Temperatur von 10—15° R. Nachdem die Gitter in die verticale Stellung gebracht waren, verloren sie den grössten Theil dieser Ueberhöhung. Bei der ersten Probelastung mit vier Locomotiven und Tendern und sodann mit zwei Locomotiven und einem schwerbeladenen Kieszuge zeigte sich eine weitere bleibende Senkung, so dass die Gurtungen nahehin in die horizontale Lage kamen.

Blatt 29 und 30.

Bahnbrücke über den Inn bei Bichelwang.

Die auf den Blättern 29 und 30 dargestellte Brücke führt die Nord-Tyroloer Staatsbahn bei Bichelwang über den Inn und enthält eine Hauptöffnung mit 45,20^m Spannweite, eine linkseitige und zwei rechtseitige Oeffnungen mit je 21,18^m, und zwei an den beiderseitigen Enden der Brücke liegende Durchfahrten von je 3,79^m Lichtweite.

Die Projectirung des ganzen Objectes erfolgte durch die k. k. Centraldirection der österreichischen Staatseisenbahnbauten, die Ausführung der sämtlichen Eisenconstructions durch den Maschinenfabricanten Siegl von Wien in der kurzen Zeit von März bis Ende October 1858.

Die nachfolgende Beschreibung nebst den zugehörigen Zeichnungen ist der im Jahre 1862 erschienenen Sammlung eiserner Brücken-Constructions von L. v. Klein, kgl. württembergischen Oberbaudirector, entnommen. —

In Bezug auf die allgemeine Anordnung der Brücke ist zunächst zu erwähnen, dass dieselbe ursprünglich fünf gewölbte Oeffnungen erhalten sollte und dass in der That auch die beiden Widerlager und drei Mittelpfeiler nach diesem Projecte ausgeführt und zwar auf Pfahlrost ca. 2^m unter Niederwasser zwischen Fangdämmen fundirt und aus grossen Kalksteinquadern aufgemauert waren,

als man sich entschloss, den vierten Pfeiler wegzulassen und die Ueberbrückung aus Eisen herzustellen.

Aus diesem Grunde ist die Gesamtanlage in Bezug auf die Hauptöffnung eine unsymmetrische, sämtliche Pfeiler sind gleich dick und die Widerlager, wie Fig. 2 zeigt, erheblich stärker als die gegenwärtige Anordnung der Träger erfordern würde, sodann mit einem Stein- schnitte ausgeführt, der die ursprüngliche Bestimmung derselben zur Aufnahme des Gewölbschubes erkennen lässt.

Die ganze Brücke ist für Doppelbahn, und zwar auch im eisernen Oberbau, ausgeführt, wird jedoch nur einseitig auf einem Geleise befahren.

Die Hauptöffnung, welche nur zwei Tragwände besitzt, hat demnach in ihrem Querschnitte eine Anordnung, wie sie das Schema a auf Seite 31 zeigt, welches aus mehrfachen dort angegebenen Gründen gerade nicht als das beste bezeichnet wurde; die specielle Anordnung der Tragwände selbst lässt jedoch wesentliche Verbesserungen gegenüber von früher ausgeführten Gitterbrücken erkennen, indem die einzelnen Gitterstäbe soweit auseinander gelegt sind, dass die sämtlichen Verbindungsstellen derselben an den (unteren) Gurtungen zugleich als Lastpunkte (Knotenpunkte) auftreten, — wodurch die Gesamtanordnung sich dem Fachwerk wesentlich nähert —, und indem ferner eine entsprechende Versteifung der auf Druck in Anspruch genommenen Stäbe zur Ausführung gelangte.

Die specielle Anordnung der einzelnen Hauptconstructionstheile ist in Kürze folgende.

Aus den im Maassstabe 1:36 dargestellten Figuren auf Blatt 30, nämlich aus der Ansicht Fig. 19, dem Querschnitt Fig. 20, dem Längenschnitt Fig. 21 und dem Grundriss Fig. 22, sowie aus den Figuren 14, 15 und 16 auf Blatt 29 ist ersichtlich, dass die Gurtungen (a, a') der beiden Hauptträger kastenartig aus einem 86,9^{cm} breiten horizontalen Theile, zwei Stehblechen von je 47,4^{cm} Höhe und vier Verbindungswinkeleisen bestehen. Die horizontalen Theile der beiden vollkommen symmetrischen Gurtungen je einer Tragwand sind nach Fig. 13 bis auf 9,325^m von den Trägerenden gegen die Mitte zu aus einer Platte von 1,3^{cm} Dicke, auf weitere 3,793^m aus zwei, zusammen 2,4^{cm}, und auf den übrigen Theil der Länge aus drei, zusammen 3,7^{cm} starken Platten gebildet, entsprechend der Form der Momentencurve, welche später besprochen werden soll.

An die Stehbleche, deren Dicke durchweg 1,3^{cm} beträgt, sind unmittelbar die Gitterstäbe (b, b und c, c) angenietet, und zwar die des Systems b von innen, die des Systems c von aussen. Jeder Stab hat 18,4^{cm} Breite und eine von der Mitte gegen die Auflager zunehmende Stärke von 1,3 bis 1,7^{cm}. Je zwei in der Verticalprojection einander deckende Stäbe des Systems b sind gegenseitig durch ein Gitterwerk b' abgesteift, welches im Querschnitt Fig. 20 in seiner geneigten Lage auf die Querschnitts-

ebene projectirt erscheint und in Fig. 26 gesondert in seiner wirklichen Form dargestellt ist. Dasselbe besteht aus zwei durch Kreuzbänder versteiften Winkeleisen und sind die letzteren beiderseits so auf die Gitterstäbe *b* aufgenietet, dass die Nietreihen in die Mittellinien der Stäbe *b* fallen. Wenn in den Darstellungen der v. Klein'schen Sammlung auch die Stäbe des Systems *c* derartige Nietreihen zeigen, so liegt der in jener Quelle nicht weiter angegebene Grund hievon wohl darin, dass die bezeichneten Stäbe *c*, wenn auch nicht ein Gitterwerk wie die Stäbe *b*, so doch etwa eine Verstärkung durch ein aufgesetztes Winkeleisen oder Eisenband erhalten haben.

Die beiden Gitterwände eines Hauptträgers sind durch die verticalen Ständer *d* an den beiden Trägerenden abgeschlossen. Diese Ständer haben die hier in verschiedenen Höhen anstossenden Gitterstäbe aufzunehmen und bestehen aus beiderseitigen, wie es scheint, durch ein ähnliches Gitterwerk wie die Stäbe *b* mit einander verbundenen Eisenplatten *d* (Fig. 21).

Auf die im Vorstehenden beschriebenen Tragwände wird die Verkehrsbelastung übergeführt durch die Querträger *e*, welche wiederum gitterartig construirt sind. Da dieselben auf 7,28^m frei liegen, sind ihre Gurtungen mit starken Stehblechen versehen, an denen die Stäbe des engmaschigen Gitterwerkes befestigt sind. Die Verbindung der Querträger mit den Haupttragwänden ist, da letztere keine verticalen Constructionstheile enthalten, in der Art bewerkstelligt, dass die untere Gurtung der ersteren auf die oberen Kanten der Stehbleche der unteren Tragwandgurtung aufgelegt und hier durch kurze Winkeleisenstücke befestigt ist, während die obere Gurtung eines jeden Querträgers ebenfalls durch Winkeleisenstücke mit den horizontalen Bändern *f*, *f* vereinigt wird, die wiederum ihrerseits mit den äusseren Gitterstäben *c*, *c* vernietet sind und dadurch allerdings die Functionen der letzteren weniger klar zum Ausdruck gelangen lassen.

Im Uebrigen ist hinsichtlich der Querträger noch zu bemerken, dass dieselben eine der ganzen Brücke entlang laufende Längsverbindung durch den in Fig. 25 besonders dargestellten Durchzug *g* erhalten haben, dessen weiterer Zweck darin besteht, die in den Figuren 20 und 22 dargestellten Windruthen *h*, *h* in der Mitte ihrer bedeutenden Länge aufzuhängen, was ausserdem auch noch an anderen Punkten durch die Bügel *h'* geschieht.

Auf den Querträgern, deren Abstand nach der Brückenaxe gleich der diagonalen Maschenweite der Tragwandgitter, nämlich = 1,565^m ist, ruhen starke Längsschwellen *i*, *i* und auf diesen unmittelbar die Fahrschienen. Zur Vermeidung seitlicher Verschiebungen sind die Schwellen *i* mit der oberen Querträgergurtung durch die Winkeleisen *k*, *k* verbunden, welche, wie der Grundriss Fig. 22 zeigt, auf den äusseren Seiten des Geleises durchlaufen, auf den inneren nur so lang sind, als die Breite der Querträgergurtung beträgt.

Betreffs der Haupttragwände ist in constructiver Beziehung noch zu bemerken, dass dieselben an ihren beiden Enden auf Rollstühlen aufruhem, deren Anordnung aus den Figuren 4, 5 und 6 hinreichend ersichtlich ist. —

Die Ueberbrückung der drei, je 21,18^m weiten seitlichen Oeffnungen ist durch vier, 1,50^m hohe, unter der Planie liegende Gitterträger bewerkstelligt, von denen je zwei ein Geleise tragen. Die Gurtungen *n*, *n'* sind einfach T-förmig gebildet (Fig. 17 und 18) und nehmen mit ihren Stehblechen die Stäbe *o*, *o* der engmaschigen Gitterwerke auf, welche zeitweise durch die Rahmen *o'* und durch die Gitter *p* abgesteift sind. An den unteren Trägergurtungen sind die Windruthen *q* befestigt. Unmittelbar auf den oberen Gurten der Träger liegen die Querschwellen *r*, welche die Schienen, eine Bedielung und die beiderseitigen Geländer *s* tragen, deren Construction in den Figuren 10 bis 12 erläutert ist. Die Auflagerplatten sind in den Figuren 7 bis 9 dargestellt. —

Von der Berechnung der Brücke soll hier, in möglichst einfacher Weise, nur so viel gegeben werden, als nothwendig ist, um die Querschnitte der Gurtungen und Gitterstäbe der Hauptträger bestimmen zu können.

Nach den Angaben in unserer Quelle wurde für die theoretische Untersuchung einer Haupttragwand eine totale gleichmässig vertheilte Belastung von 208,33 Wiener Centnern à 56^k pro Currentklafter à 1,8966^m angenommen, wovon etwa die Hälfte auf das Eigengewicht trifft. Dies gibt in runder Zahl 6150^k pr. lauf. Meter (= \hat{q}), während die Stützweite sich zu 45,52^m (= *l*) berechnet.

Die Auflagerreaction \hat{D}_1 ist somit = $\frac{\hat{q}l}{2}$ und das Kraftmoment an einer Stelle, deren Abstand von einem Auflager = *x* ist, wird durch die Gleichung bestimmt

$$\hat{M} = \hat{D}_1 \cdot x - \frac{\hat{q}x^2}{2} = \frac{\hat{q}}{2} x (l - x),$$

welche bekanntlich die einer Parabel ist, deren Scheitel in der Trägermitte liegt.

Diese Parabel ist in Fig. 13 gezeichnet, während die abgetreppte Linie *ABC C' B' A'* angibt, wie die Gurtungsquerschnitte sprunghaft mit möglichster Berücksichtigung der Parabel sich ändern.

Für $x = \frac{l}{2}$ wird $\hat{M} = \frac{\hat{q}l^2}{8}$ und erhält man nach Einführung der Zahlenwerthe für \hat{q} und *l*

$$\hat{M} = 1593000 \text{ m}^{\text{k}}$$

Diesem Momente der äusseren Kräfte muss das Widerstandsmoment gleich sein, welches bei hohen Tragwänden = $\hat{P} \cdot h$ gesetzt werden kann, wobei \hat{P} die wechselnde Inanspruchnahme einer Gurtung, *h* den Abstand der Gurtungsschwerlinien bezeichnet, welcher im vorliegenden Falle sich zu 4,278^m berechnet. Es ist somit 1593000 = $\hat{P} \cdot 4,278$, oder $\hat{P} = 372400 \text{ k}$.

Da endlich der Querschnitt *F* jeder Gurtung in der

Mitte der Brücke = 542 □^{cm}, so erhält man als Inanspruchnahme \dot{a} des Materiales gemäss der Gleichung

$$\dot{P} = F \cdot \dot{a}$$

$$\dot{a} = \frac{372400}{542} = 687^k \text{ pr. } \square^{\text{cm}}.$$

Dieser Berechnungsweise der Gurtungen, welche allerdings nicht vollkommene Schärfe besitzt, schliesst sich folgende Betrachtung über die Gitterstäbe an.

Nach Obigem ist:

$$\dot{P} = \frac{\dot{M}}{h} = \frac{\dot{q}}{2h} x (1-x)$$

die Spannung in jeder der beiden Gurtungen an der Stelle x .

Geht man um den Abstand d weiter zurück gegen das nächste Auflager hin, so wird die Spannung an dieser Stelle

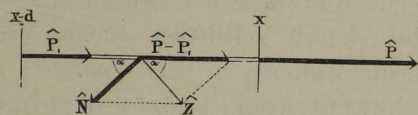
$$\dot{P}_1 = \frac{\dot{q}}{2h} (x-d) (1-x+d),$$

und die Spannungsdifferenz

$$\dot{P} - \dot{P}_1 = \frac{\dot{q}}{2h} [x(1-x) - (x-d)(1-x+d)]$$

$$= \frac{\dot{q}}{2h} \cdot d \cdot (1+d-2x).$$

Dass zwischen dem Querschnitt $x-d$ und x der Gurtung die Spannung sich vermehrt hat, kann nur davon her-



rühren, dass das Zugband Z (Gitterstab des Systemes c) einen Zug auf den Knotenpunkt zwischen $x-d$ und x ausübte, der sich in die Seitenkräfte $\dot{P} - \dot{P}_1$ in der Gurtung und \dot{N} in der Strebe (Gitterstab des Systemes b) zerlegte.

Umgekehrt kann, wenn $\dot{P} - \dot{P}_1$ für jedes x bekannt ist, — und man erhält diese Differenz aus obiger Gleichung —, \dot{Z} und \dot{N} für jeden Gitterstab bestimmt werden durch die Relation:

$$2 \cdot \dot{Z} \cos \alpha = 2 \cdot \dot{N} \cos \alpha = \dot{P} - \dot{P}_1, \text{ woraus}$$

$$\dot{Z} = \dot{N} = \frac{\dot{P} - \dot{P}_1}{2} \sec \alpha.$$

Da α bei vorliegender Brücke, wie meist überall bei den Gitterbrücken = 45°, so erhält man:

$$\dot{Z} = \dot{N} = \frac{\dot{P} - \dot{P}_1}{2} \cdot \sqrt{2} = 0,707 (\dot{P} - \dot{P}_1).$$

In unserem Beispiele ist $d = 1,565^m$ = dem Knotenpunkt-Abstande. Sollen die Gitterstäbe berechnet werden, welche am 9. Knotenpunkt, von der Mitte der Brücke an gerechnet, an der oberen Gurtung zusammenstossen, so ist, da die Trägermitte zwischen zwei Knotenpunkten liegt, der Abstand des 9. Knotenpunktes von der Mitte = $8 \frac{1}{2} \cdot d$ und man hat $x = \frac{1}{2} - 8d$ zur Bestimmung

von \dot{P} , und $x-d = \frac{1}{2} - 9d$ zur Bestimmung von \dot{P}_1 zu

nehmen, um die Spannungsdifferenz für den 9. Knotenpunkt zu erhalten. Für $x = \frac{1}{2} - 8d = 22,76 - 12,52$

= 10,24^m wird aber $\dot{P} - \dot{P}_1 = \frac{6150 \cdot 1,565}{2 \cdot 4,278} (45,52 + 1,565 - 2 \cdot 10,24) = 29928^k$, und

$$\dot{Z} = \dot{N} = 0,707 (\dot{P} - \dot{P}_1) = 21159^k.$$

Der Querschnitt der beiden Gitterstäbe zusammen beträgt daselbst $2 \times 18,4 \times 1,5 = 55,2 \square^{\text{cm}}$, so dass die Inanspruchnahme

$$\dot{a} = \frac{\dot{Z}}{F} = \frac{21159}{55,2} = 383^k \text{ pro } \square^{\text{cm}}$$

erhalten wird.

Wenn auch diese Inanspruchnahme für die gezogenen Gitterstäbe an der betreffenden Stelle als eine sehr mässige bezeichnet werden muss, so erscheint sie doch für die auf Knickung beanspruchten nach dem, was früher hierüber gesagt wurde, durchaus nicht als zu gering.

Blatt 31 und 32.

Bahnbrücke über die Isar bei Plattling.

Die Einführung des Fachwerksystems in die Praxis des Brückenbaues ist ohne Zweifel als einer der grössten Fortschritte auf diesem Gebiete der Technik zu bezeichnen, wenn auch nicht sogleich mit der ersten eisernen Fachwerkbrücke jene Klarheit des Systems, jene Bestimmtheit in der Function der einzelnen Theile und jene Zweckmässigkeit der Construction derselben zu Tage getreten sind, welche gegenwärtig Fachwerkträger vor allen anderen auszeichnen.

Aus der Geschichte der eisernen Fachwerkbrücken sei hier unter Benützung des verdienstlichen Werkes von Heinzerling, „die Brücken in Eisen“, auf welches wir gerne verweisen, nur so viel angeführt, dass der Ursprung derselben in Nordamerika zu suchen ist, wo Anfangs des 5. Decenniums dieses Jahrhunderts Maschinenfabricant Rider nicht nur die bekannten hölzernen Fachwerkbrücken von Howe ganz in Eisen nachahmte (Brücke in Philadelphia), sondern sogleich Aenderungen in dem System vornahm, welche auch bis in die neuere Zeit als charakteristische Eigenthümlichkeiten der nordamerikanischen eisernen Fachwerkbrücken sich erhalten haben, wie die Anwendung des Gusseisens zu den gedrückten Theilen, namentlich den oberen Gurtungen, die häufige Benützung der Schraubenverbindungen statt der Nietten, die jedenfalls nicht nachahmenswerthe directe Auflagerung der Fahrbahnquerträger auf die Gurtungsstücke ausserhalb bzw. zwischen den Knotenpunkten u. dergl. m.

Zahlreiche Modificationen wurden seit jener Zeit in Nordamerika an den eisernen Fachwerkbrücken vorgenommen, von denen wir nur das System der Rock-Creek-Brücke, das Whipple'sche System mit seinen theils geradlinigen, theils bogenförmigen oberen Gurtungen, das