

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

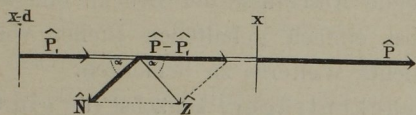
$$\dot{P}_1 = \frac{\dot{q}}{2h} (x-d) (1-x+d),$$

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

Bollmann'sche und Fink'sche System nennen wollen, von welchen die beiden letzteren die glücklich erreichte Einfachheit der Fachwerkbrücken wieder verlassen und deshalb wohl auch keine Nachahmung diesseits des Oceans erfahren haben. —

England besitzt ausser einigen grösseren Brücken mit parallelen Gurtungen (Trent-Brücke bei Newark 1851, Crumlin-Viaduct 1850) vorzugsweise Fachwerkbrücken mit gebogenen Gurtungen, von welchen die Themsebrücke bei Windsor (1849) mit 58^m Spannweite und die Tamarbrücke bei Saltash (1850) mit ihren beiden kolossalen Trägern von 138,68^m Weite ganz besonders hervorzuheben sind.

Auf dem Continente haben seit Ende der fünfziger Jahre die Fachwerkbrücken, vorherrschend mit horizontalen Gurtungen, vielfache Anwendung und dabei eine Durchbildung, namentlich in Deutschland, gefunden, welche in theoretischer und praktischer Beziehung wenig zu wünschen übrig lässt.

Wenn man von den schon im Jahre 1838 von Laves ausgeführten fachwerkartigen Constructionen (welche übrigens den Anstoss zu den oben erwähnten grossartigen Brücken in England gegeben haben sollen) absieht, so entwickelten sich die eigentlichen Fachwerkbrücken in den continentalen Ländern offenbar aus den früher erwähnten zahlreichen Gitterbrücken. Man erkannte die Unbestimmtheit in der Beanspruchung der vielen einander kreuzenden Theile derselben und klärte nach und nach das System, wie schon einige der schweizerischen Gitterbrücken (1856) und besonders die v. Ruppert'schen Brücken (1858) mit ihren weiten Maschen und steifen Stäben mit Ω -förmigem Querschnitt es erkennen lassen.

Entschiedenem Charakter als Fachwerkbrücke zeigt zuerst die Flackenseebrücke bei Erkner (1857), welcher ähnliche Bauwerke am Rhein (Coblenzer Moselbrücke, Nahebrücke in Bingen und andere um's Jahr 1860 ausgeführte Brücken), sowie auch die in der Ueberschrift genannte Plattlinger Isarbrücke folgten.

Mehr und mehr näherte man sich sodann dem reinen Fachwerk, wie es, von Mohnié als Zugbandsystem in Vorschlag gebracht, zuerst ohne Vernietung an den Kreuzungsstellen der Ausfüllungstheile bei der Mannheim-Ludwigshafener Brücke (1867) mit drei Oeffnungen à 90^m Spannweite und sodann unter wesentlicher Betheiligung Gerber's bei zahlreichen Brücken der bayerischen Eisenbahnen zur Ausführung kam. Die grösste Spannweite wurde bisher mit 150^m bei der Brücke über den Leck bei Kuilenburg in Holland erreicht, an welchem Bauwerk auch Stahl in grösserer Ausdehnung Verwendung fand. In den letzten Jahren werden in Bayern fast ausschliesslich symmetrische Fachwerke bei grösseren Brücken hergestellt.

Nicht minder bemerkenswerth sind die seit dem Jahre 1858 (Isarbrücke bei Grosshesselohe) zur Ausführung gelangten Brücken nach dem v. Pauli'schen Systeme, unter denen sich namentlich die Rheinbrücke bei Mainz (1862)

mit ihren vier Hauptöffnungen von je 101,29^m lichter Weite auszeichnet, und die Schwedler'schen Träger, welche, mit horizontaler Zuggurtung und polygonaler Druckgurtung construirt, bei mehreren grösseren Brücken Norddeutschlands Anwendung fanden.

Zu den grösseren Brücken, welche in den Jahren 1860 und 1861 von der Verwaltung der k. priv. bayerischen Ostbahnen gebaut wurden, zählt auch die auf den Blättern 31 und 32 nach den Abbildungen in der v. Klein'schen Sammlung eiserner Brücken-Constructionen (Neue Folge, 2. Lieferung) dargestellte Isarbrücke bei Plattling, welche zugleich das erste Beispiel einer Fachwerkbrücke mit parallelen Gurten in Bayern ist.

Wie mehrere andere, um jene Zeit entstandene Fachwerkbrücken ist dieselbe mit continuirlichen Trägern versehen, welche hier ausnahmsweise über sechs Oeffnungen reichen; die beiden mittleren derselben haben je 29,19^m, dann folgt beiderseits je eine Oeffnung mit 27,73, sodann je eine mit 24,81^m Lichtweite, so dass die Länge der ganzen Eisenconstruction nach dem in Fig. 3 dargestellten Netze, mit Einrechnung der Pfeiler- und Endauflager, 176,33^m beträgt.

Ueber die für die Doppelbahn ausgeführten steinernen Widerlager, welche mit ihren kräftigen achteckigen Aufsätzen passende Abschlüsse der Brücke bilden, und über die möglichst einfach gehaltenen Pfeiler von je 2,34^m Dicke ist nichts Weiteres zu bemerken.

Die Brückenträger, zunächst für ein Geleise ausgeführt, haben eine Höhe von 2,48^m (zwischen den horizontalen Gurtungsplatten) und sind durch verticale, die Fahrbahntafel aufnehmende Pfosten in Felder eingetheilt, welche im Allgemeinen eine Länge von 2,60^m (genauer 2,598) zeigen, während je in der zweiten Oeffnung, von den Widerlagern an gerechnet, drei Felder von 2,98, und über jedem Pfeiler und Widerlager solche von 0,35^m Länge angeordnet sind. Diese rechteckigen Felder von 2,60 bzw. 2,98^m Länge enthalten je zwei Diagonalen, die theils auf Zug theils auf Druck beansprucht werden.

Im Einzelnen betrachtet haben zunächst die Gurtungen möglichst einfache, in den Figuren 5, 6 und 7 dargestellte Querschnitte, bestehend aus einer bis drei horizontalen Platten von 379^{mm} Breite und 15^{mm} Dicke, an welche ungleichschenkelige Winkelleisen angenietet sind, so dass die 161^{mm} hohen und mit einem lichten Abstände von 175^{mm} aufgesetzten verticalen Schenkel derselben die Stehbleche der Gurtungen, wie sie beispielsweise bei der vorhergehend beschriebenen Brücke vorkommen, ersetzen und dadurch nicht nur ein mehr homogener Querschnitt gebildet, sondern auch die Zahl der Niete verhältnissmässig bedeutend reducirt wird. Druck- und Zuggurtung sind vollkommen gleich gestaltet und beide, den Momentenwerthen bei continuirlichen Trägern entsprechend, über den Pfeilern am stärksten, d. h. mit drei liegenden Platten

hergestellt, während die Winkeleisen durchweg gleiche Stärke besitzen.

Die Pfosten sind, wie aus den Figuren 16, 17 und 18 ersichtlich, aus je vier, paarweise mit 205 bzw. 10^{mm} lichtigem Abstand einander gegenüberliegenden Winkeleisen a, a gebildet und schliessen sich somit je zwei derselben an die verticalen Schenkel der beiden Gurtungswinkel mittelst Nietung von aussen an. Durch Kreuzbänder bb und horizontale Zungen b'b' sind die Winkeleisenpaare der Pfosten im oberen und unteren Theile der Tragwände mit einander versteift und in halber Höhe der letzteren die 10^{mm} betragenden Zwischenräume zwischen den Schenkeln der äusseren und inneren Winkeleisenpaare durch die Heftbleche cc ausgefüllt, welche zur Befestigung der Querträger an den Pfosten bestimmt sind.

Die Diagonalen haben, wie schon erwähnt, theils Zug theils Druck aufzunehmen und sind demgemäss nach zwei verschiedenen Systemen gebildet, während in jedem derselben wiederum die Querschnittsdimensionen wechseln. Die als Zugbänder fungirenden bestehen nämlich aus je zwei Flacheisen von den in Fig. 8—12 angegebenen Stärken, — die Druckstreben dagegen werden durch 175^{mm} breite und 6^{mm} starke Blechstreifen und vier darauf genietete Winkeleisen gebildet (Fig. 4). Die bezeichnete Breite dieser Streben gestattete es, die nach aussen gekehrten Winkeleisenschinkel an die verticalen Schenkel der Gurtungswinkel von innen anzunieten. Da auch die Zugbänder beiderseits von innen an jene Schenkel befestigt sind, so ist jedes einzelne Zugband um seine eigene Dicke nach aussen ausgebogen. — An den Kreuzungspuncten sind die Stäbe der beiden Kategorieen mit einander vernietet.

Die Art der Vertheilung der verschiedenen Stabquerschnitte ist in Fig. 3 durch die eingeschriebenen Ziffern angegeben, wozu nur in Kürze bemerkt werden soll, dass jede Tragwand als aus zwei, gleichzeitig in Thätigkeit befindlichen Systemen bestehend zu denken ist. Das eine wird, abgesehen von den für beide gemeinschaftlich dienenden Gurtungen, durch die gedrückten Streben I, II, III und durch die Pfosten gebildet, welche hiebei auf Zug beansprucht werden, das andere besteht aus den gezogenen Bändern 1 bis 5 und ebenfalls aus den Pfosten, welche aber hier gedrückt erscheinen. Jedes der beiden Systeme, — von denen das erstere der Anordnung der Howe'schen Fachwerkbrücken, das andere dem in der neueren Zeit vorherrschend angewendeten Zugbandsystem bei eisernen Fachwerkbrücken mit parallelen Gurten entspricht, — hat die Hälfte der gegebenen Belastung aufzunehmen.

In ähnlicher Weise sind die Querträger aus zwei gleichzeitig in Anspruch genommenen Systemen zusammengesetzt, indem die aus je zwei Winkeleisen bestehenden Gurten dd' derselben untereinander verbunden sind durch das doppelte Sprengwerk eee und das Spannwerk fmf.

An den Knotenpuncten dieser beiden Systeme sind Pfosten angebracht, an welche die Schwellenträger g, g durch Nietung befestigt sind.

Zur weiteren Verspannung der Querträger dienen die Kreuzbänder ik. Die Schwellenträger sind als Blechbalken construiert und nehmen zwischen je zwei Querträgern drei Holzschwellen q, q auf, welche zur Unterstützung der Fahrschienen bestimmt sind. Die erforderliche Bedielung ist in der Zeichnung nicht dargestellt.

Als Windkreuze dienen die horizontalen Flachschieben h, h, deren Befestigung an den Heftblechen c, c mit Hilfe zweier Winkeleisen und je einer polygonalen Verbindungsplatte bewerkstelligt ist.

Die Auflager der Träger sind an den beiden Widerlagern in der Art angeordnet, dass an die unteren Gurtungsplatten Verstärkungsbleche oo aufgenietet und diese unmittelbar auf drei, in den Figuren 20, 21 und 22 hinreichend deutlich dargestellte Rollen gelegt sind.

Auf den vier seitlichen Pfeilern dienen je vier Rollen (Fig. 23, 24 und 25) zum Auflager der hier ohnedies stärkeren Gurtungen, über dem mittleren Pfeiler dagegen ist ein festes Auflager durch einen starken gusseisernen Stuhl (Fig. 26, 27 und 28) gebildet. Bemerkenswerth sind bei den Rollstühlen die Schrauben s, s, mittelst deren es möglich ist, eine genau horizontale Lage der Träger, wie sie bei der Berechnung angenommen wurde, herbeizuführen. — Die schmalen Felder über den Auflagern, welche durch zwei benachbarte Pfosten daselbst gebildet werden, sind durch Kreuzbänder p, p ausgefüllt. —

Schliesslich sei noch bemerkt, dass nach den Angaben in der v. Klein'schen Sammlung zu der ganzen Brücke 194,375^T Schmiedeisen und 5,45^T Gusseisen verwendet wurden, was pr. lauf. Meter in runder Zahl 1,1^T ergibt.

Nach den Bemerkungen auf S. 18 ist das Gewicht der Eisentheile einer Bahnbrücke exclusive Schienen, Schwellen und Bedielung durch die Formel gegeben

$$\hat{t} + \hat{f} = 31,41 + 280.$$

Nimmt man für den vorliegenden Fall l im Mittel = 28^m, so erhält man

$$\hat{t} + \hat{f} = 1159^k = 1,159^T,$$

was mit obiger Angabe hinreichend übereinstimmt. —

Die Gesamtkosten des Brückenoberbaues incl. Werkbrücke betragen 120000 Mark und die Ausführung des Eisenwerkes geschah durch das J. A. v. Maffei'sche Etablissement.

Blatt 33.

Bahnbrücke über die Saale bei Bernburg.

Die eben bezeichnete Brücke wurde in den Jahren 1864 und 1865 hergestellt und in der Erbkam'schen Zeitschrift für Bauwesen (Jahrgang XVII) von Herrn Kreisbaumeister Laeuen beschrieben.