

einen Ende mit den Schwellenträgern in Verbindung gebracht, die nach derselben Figur in der Mitte zwischen den Querträgern Querstreben erhalten, ebenso wie in der Nähe der durch kleine Gusschuhe vermittelten Auflager. Die verschieden hohe Lagerung sämtlicher Träger auf Stein wird theils durch die Stühle, theils auch durch die ungleiche Höhe der Auflagersteine bewirkt.

Der grösste Angriff in den Gurtungen, nach welchem die Querschnittsflächen des Druck- und Spannbogens bemessen sind, beträgt 76,63<sup>T</sup>.

Zu beiden Seiten der Hauptbrücke schliessen sich kleine mit gewöhnlich construirten Blechbalken überdeckte Fluthöffnungen von 5<sup>m</sup> Stützweite an.

Das Gewicht der Eisenconstruction beträgt für die Hauptbrücke:

an Schmiedeisen und Stahl . . . . .	36,60 <sup>T</sup>
„ Gusseisen . . . . .	2,31 <sup>T</sup>
zusammen	38,91 <sup>T</sup>

oder pr. Meter Stützweite 1111,7<sup>k</sup>;

für jede der beiden Blechbrücken:

an Schmiedeisen . . . . .	1,95 <sup>T</sup>
„ Gusseisen . . . . .	0,14 <sup>T</sup>
zusammen	2,09 <sup>T</sup> . —

Aus Herrn Gerber's Beschreibung der Mainzer Rheinbrücke setzen wir eine Uebersichtstabelle für Eisenbahnbrücken nach Pauli'schem Systeme bei.

Ist nämlich die Maximalverkehrslast für eingleisige Eisenbahnbrücken, wie folgt, zusammengesetzt: aus drei Locomotiven mit Tendern (jede Locomotive 30<sup>T</sup>, jeder Tender 15<sup>T</sup> schwer, von Puffer zu Puffer 13,5<sup>m</sup> lang), sodann aus zweiaxigen Wägen von 16<sup>T</sup> Gewicht, 3,0<sup>m</sup> Axenweite und 6,0<sup>m</sup> Gesamtlänge, so ergeben sich für dreifache relative Tragfähigkeit bis zur Elasticitätsgrenze von 1600<sup>k</sup> pr. □<sup>cm</sup> die Gewichte der Pauli'schen Träger mit Fahrbahntafel incl. eiserner Schienenträger und der Schwellen mit Beleg (die Träger der Fahrbahntafel, jeder für sich, gleichfalls mit dreifacher Tragfähigkeit construiert), die Spannungsintensitäten in den Haupt-

trägern für die angegebene Tragfähigkeit und die approximativen Kosten pr. Meter der Stützweite unter Zugrundlegung der Eisenpreise des Mittelrheins vom Jahre 1863 und unter der Voraussetzung einer Constructionsdicke von 1,2 bis 1,5<sup>m</sup> (unter Constructionsdicke die Höhe zwischen den untersten Theilen der Träger und der Schienenunterfläche verstanden) in vorstehender Weise.

Blatt 41, 42 und 43.

### Strassenbrücke über den Lech bei Schongau.

Unter den in den letztvergangenen Jahren ausgeführten Strassenbrücken mit Pauli'schen Tragrippen von mittlerer Grösse gibt die Schongauer Lechbrücke ein deutliches Bild von der constructiven Weiterbildung des ganzen Systems. Es werden deshalb die uns von Herrn Gerber gütigst mitgetheilten Pläne und Notizen möglichst vollständig wiedergegeben und denselben die als zweckmässig erscheinenden Beschreibungen beigelegt. —

Die Brücke hat drei Oeffnungen von je 26,27<sup>m</sup> lichter Weite und 27<sup>m</sup> Stützweite der Tragrippen. Jede Oeffnung ist mit zwei Haupttragwänden von 3,6<sup>m</sup> Abstand von Mitte zu Mitte überdeckt, welche an den verticalen Pfosten theils durch zwischen ihnen liegende Querträger, theils durch ausserhalb angebrachte Consolen die Fahrbahn und das Trottoir aufnehmen. Um aber bei 2,7<sup>m</sup> Fachweite die Fahrbahn und Fusswege entsprechend unterstützen zu können, sind, von einzelnen Querträgerpfosten ausgehend, Bogenrippen aus zwei neben einander liegenden Winkeleisen gebildet, die in der Mitte durch Spannwerke, deren Zugbänder gleichfalls am Querträgerpfosten befestigt sind, unterstützt werden. Auf den Bogenrippen befindet sich eine Eindeckung von Blech, welche direct den Grundbau und die Schotterlage aufzunehmen hat. Auf den Widerlagern und Pfeilern sind die Bögen durch Schuhe aus Gusseisen aufgelagert.

Das über der Fahrbahn erhöht liegende Trottoir ist aus Dielen und doppelten Querschwellen, welche auf Winkeleisen aufliegen, zusammengesetzt. Die Fahrbahn hat eine Breite von 4,7<sup>m</sup>, jedes der beiden Trottoire ist 0,9<sup>m</sup> breit. —

Ueber die Anordnung der Constructionstheile im Einzelnen mögen folgende Erläuterungen Platz greifen. Die Tragrippen bestehen aus dem Druck- und Spannbogen, den verticalen Pfosten und den diagonalen Zugbändern. Unter sich sind die Tragrippen verbunden durch eine, über den beiden Endfeldern angebrachte und durch eine in Verticalebenen zur Brückenaxe gelegene Verspannung und durch die Querträger. Die Auflagerung der Tragrippen auf das Hausteinmauerwerk der Widerlager und Pfeiler ist mittelst eines festen und eines beweglichen Gusslagers für je eine Tragwand bewerkstelligt.

Der Druckbogen, dessen Längenschnitt und Ansicht abwechslungsweise durch Fig. 10 und 10<sup>a</sup> für die

Stützweite.	Lichtweite.	Belastung pr. Meter		Spannungs- Intensität.	Kosten pr. Meter.
		permanent.	variabel.		
Meter.	Meter.	Tonnen.	Tonnen.	Kilogr.	Mark.
10	9,5	0,98	4,80	608	363
20	19,2	1,32	4,03	632	510
30	29,0	1,47	3,68	657	666
40	38,7	1,70	3,53	681	825
50	48,4	1,96	3,40	705	996
60	58,2	2,20	3,28	728	1155
70	68,0	2,46	3,18	752	1329
80	77,7	2,71	3,09	775	1494
90	87,4	2,96	3,00	798	1665
100	97,2	3,23	2,93	821	1839
120	117,7	3,83	2,84	864	2232
140	137,2	4,49	2,79	903	2661
160	156,7	5,23	2,76	939	3138

Knotenpunkte I bis V und somit, wegen symmetrischer Anordnung, für alle Theile zwischen den Bogenschuhen gegeben ist, während in Fig. 11 und 11<sup>a</sup> die Umklappung der einzelnen Theile in die verticale Tafel um die Schwerpunktslinie, und damit also die Unteransicht der Gurtungstheile dargestellt ist, besteht nach diesen Figuren und nach Fig. 12 aus einem verticalen Bleche (a), zwei Winkeleisen, welche an dieses angenietet sind, einem hierauf liegenden Deckbleche und zwei weiteren Winkeleisen, welche mit dem Deckbleche vernietet sind. Winkeleisen und Bleche sind an den Stössen durch entsprechend gewählte Beilagen überdeckt und damit in allen Schnitten die wirksamen Querschnittsflächen zur Erzielung gleich grosser Flächenspannung gegeben.

Der Spannbogen, durch Fig. 18 und 18<sup>a</sup> in der Ansicht und durch Fig. 19 durch einen Theil der Umklappung um die Schwerpunktslinie, also in der Oberansicht, ferner durch Fig. 20<sup>a-d</sup> durch einzelne Schnitte dargestellt, besteht aus Winkeleisen, deren verticale Schenkel einen gleichbleibenden Abstand von der Grösse haben, dass an ihren inneren Seiten zwei zur Gurtung gehörige Stehbleche, ausserdem aber auch die Diagonalen befestigt werden können.

Die Zusammensetzung der Pfosten aus vier Winkeleisen zu einem kreuzförmigen Querschnitt und die Verbindung derselben mit den Gurtungen zeigen die Figuren 10, 11, 18, 19, besonders aber 21 bis 23. Hienach durchdringen die Winkeleisen der Pfosten, ohne ihre Richtung zu ändern, die obere Gurtung, deren Deckblech und geneigte Winkeleisenschkel hiezu geeignet ausgeschnitten sind. Befestigt werden die Pfostenwinkeleisen mit den verticalen Schenkeln der Gurtungswinkeleisen und mit dem verticalen Stehbleche durch Vernietung, wobei zur Vermeidung von Abkröpfungen Bleche eingelegt sind. Das untere Ende der Pfosten wird mit der Zuggurtung vernietet, und zwar liegen hier die Innenflächen der Winkeleisen auf den Stehblechen der Gurtung, während diese Eisen über die Längswinkeleisen der Zuggurtung abgekröpft sind.

Die aus je einem Flacheisen bestehenden Diagonalen sind mit dem Mittelbleche des Druckbogens abwechselungsweise auf der Aussen- und Innenseite direct (Fig. 10 und 10<sup>a</sup>), dagegen mit dem Stehbleche des Spannbogens unter Verwendung von Beilagblechen mittelst Niete befestigt.

Die Verbindung des Druck- und Spannbogens durch den Bogenschuh erfolgt nach Fig. 21 durch ein besonders geschnittenes Mittelblech (a') von 15<sup>mm</sup> Dicke, das zwischen den mittleren Winkeleisen der oberen Gurtung statt des gewöhnlichen Stehbleches (a) eingeschaltet und durch beiderseitige Stossbleche mit letzterem zusammengesetzt ist. Dieses Mittelblech liegt ferner zwischen den beiden Stehblechen der unteren Gurtung und letztere drei Bleche sind am Schnitt der Schwerpunktslinien der

beiden Gurtungen durchbohrt, um einen Stahlcylinder aufzunehmen, mit dem die Auflagerung auf das halbcylindrisch ausgedrehte Lager erfolgt. Die Winkeleisen der unteren Gurte endigen in kurzem Abstände von dem Stahlcylinder, nachdem durch eine grössere Anzahl Niete für Uebertragung des in ihnen herrschenden Zuges auf die Bleche Vorsorge getroffen ist. An die äusseren Winkeleisen der oberen Gurtung sind besonders ausgeschnittene Bleche (b') aufgenietet, welche einerseits die Verbindung der Gurte mit dem Stützkloben vermitteln, andererseits aber auch im Verein mit einigen Beilagblechen seitliche Verschiebungen der Tragrippe verhindern. Durch die Winkeleisen c' und die Bogenschuhgurtung d', deren Anordnung über den Pfeilern durch Fig. 21<sup>a</sup> und am Widerlager durch Fig. 21<sup>i</sup> gegeben ist, wird eine weitere Verbindung des Druckbogens mit dem Mittelblech a', aber auch mit dem Pfosten e' vermittelt, welches letzterer nach Fig. 25<sup>a</sup> Consolen für Fahrbahn und Fusswege aufzunehmen hat.

Weiteres Eingehen auf die Details der äusserst sinnreichen Construction, wozu Fig. 21<sup>a-m</sup> genügende Anhaltspunkte geben, dem Leser überlassend heben wir über die festen und beweglichen Auflager, welche in Fig. 21<sup>a</sup> und 21<sup>e</sup> je zur Hälfte in der Vorder- und Seitenansicht dargestellt wurden, nur noch hervor, dass dieselben ähnlich sind den Lagerstühlen der auf den Blättern 34 und 35 gezeichneten Brücke der Linie München-Ingolstadt.

Ueber den Druckbögen der beiden äusseren Felder ist nach Fig. 3, 6, 9, 10 und 21 eine Verspannung angebracht, die aus den Querstreben r und den Zugbändern q besteht; eine derartige Verspannung ist bei den übrigen Feldern unterblieben, weil bei der geringeren Höhe der Fahrbahn über den Druckgurten durch die Blecheindeckung ein genügender Ersatz dafür geboten ist.

Die Verticalverspannung, welche in Fig. 6, 22 und 23 näher angegeben ist, besteht zwischen den unteren Gurten aus Querstreben o, denen entsprechend für die oberen Gurten die Querträger — für Pfosten I noch unterstützt durch Streben (u) — zu wirken haben; zwischen diesen steifen Querstreben sind die Flacheisen p eingebracht, so dass durch diese Verspannungen ein ähnlich construirter Träger auch für eine um 90° um die Längsaxe geänderte Lage erhalten wird.

Für die Construction der Fahrbahn mögen einige Erläuterungen über die Anordnung der Querträger, der Bogenrippen mit Blecheindeckung, der Trottoire und der Geländer Platz greifen. Die Querträger I—V sind mit den Pfosten I—V in der durch Fig. 22 und 23 dargestellten Weise verbunden. Diese Querträger, als Blechbalken construirt, sind zwischen den zugehörigen Pfosten als frei aufliegende Träger, ausserhalb derselben als einerseits eingeklemmte Balken zu betrachten. Da wo die Druckgurtung innerhalb des Mittelbleches die Quer-

träger trifft, sind diese Bleche ausgeschnitten, wie bei Pfosten III—V angegeben. Die Winkeleisen der Pfosten liegen auf den Mittelblechen (e) direct auf, da die unteren Gurtungswinkeleisen der Blechbalken nur bis an die Pfosten reichen; über die oberen, nicht unterbrochenen, auch für die Consolen dienenden Gurtungswinkeleisen der Querträger sind die Winkeleisen der Pfosten abgekröpft.

An den Stellen, an welchen die Längsträger befestigt sind, befinden sich aus vier Winkeleisen gebildete Pfosten. Das dreieckige Feld der Consolen ist nicht mit Blech ausgefüllt.

Auf den Widerlagern und Pfeilern sind die Querträger in der durch Fig. 25<sup>a-d</sup> und 26<sup>a-b</sup> dargestellten Weise angebracht. In entsprechend geformten gusseisernen Schuhen (n), welche durch Bolzen mit den Hausteinen verbunden sind, liegen doppelte Winkeleisen (v), deren horizontale Schenkel durch eine Deckplatte vereinigt worden, auf. Um diese Winkel auf dem Gusslager festzustellen, werden die vorstehenden Deckplatten durch kleine Blechlaschen (w), durch welche die Bolzen y durchgreifen, niedergedrückt. An den verticalen Schenkeln der Winkeleisen v sind nun je vier weitere solche Eisen zu einem kleinen Pfosten x vereinigt, zwischen denen in der Richtung der Querträger zwei in der Höhe der Gurtungswinkeleisen der Querträger liegende Winkeleisen sich befinden, welche ausserhalb der Steinunterlage mit dem Anfangspfosten (e') der Tragrippen sowohl, wie mit den an jene befestigten Consolen in Verbindung treten. Der Quere nach, also senkrecht zur Längenrichtung des Pfeilers, sind die Pfosten x und die auf ihnen angebrachten Winkeleisen durch im Einzelnen horizontal liegende Winkeleisen (z und z'), welche theils unmittelbar, theils durch Beilagen z'' mit einander verbunden sind, — die Beilagen z'' sind im Grundrisse nicht angegeben —, in ihrem Standorte gesichert, andererseits werden aber durch diese Querstäbe z und z' die nöthigen Unterstützungen für das aufliegende ebene, nach aussen etwas geneigte Deckblech gewonnen.

An den Pfosten der Querträger sind fünf Bogenträger befestigt, welche die 6<sup>mm</sup> starke, gleichfalls gebogene Blecheindeckung zu unterstützen haben. Die Anordnung dieser Träger von 2,7<sup>m</sup> Stützweite, dem Abstände der Querträger von einander, ist ausser anderen besonders durch Fig. 24<sup>a-b</sup> und 23<sup>a-d</sup> dargestellt. Die oberen Gurtungswinkeleisen der Querträger haben hienach von der Fahrwegmitte gegen die Trottoire hin ein Gefälle von  $1,5\frac{0}{v}$ ; da nun aber die Bogenträger immer unmittelbar unter der Querträgergurte angebracht sind, so liegen die äusseren Bogenträger bei sonst gleich bleibender Verdrückung dieser Bögen etwas tiefer, als der mittlere, und es wird somit für die seitliche Ableitung des auf die Blecheindeckung gelangenden Wassers gesorgt.

Die drei inneren Bogenträger bestehen aus je zwei neben einander liegenden gekrümmten Winkeleisen f, die

an den Querträgerpfosten und den Pfosten x an den Auflagern mittelst Beilagblechen befestigt sind. Zwischen eben diesen Beilagen finden die Zugbänder eines umgekehrten Hängwerkes (g', h') ihre Befestigung, um der Rippe im Scheitel eine Unterstützung zu gewähren. Damit nun aber auch die Blecheindeckung in der Scheitellinie eine fortlaufende Stütze erhält, sind nach Fig. 23<sup>b-c</sup> die Hilfsträger N und M an den Pfosten h' so angebracht, dass der obere Schenkel der hiezu verwendeten Winkeleisen an der Verbindungsstelle gleich hoch mit den Strassenträgern liegt. In ähnlicher Weise sind die äusseren Rippen oder Strassenträger, jedoch nur aus einem gebogenen Winkeleisen (f'), gebildet.

Die seitliche Abgrenzung der aus Grundbau und Schotterlage bestehenden Fahrbahn erfolgt nach Fig. 24<sup>b</sup> und 26<sup>a-c</sup>. Durch Winkeleisen k', welche über dem Scheitel der Blechdecke mittelst Beilagen (l') auf den Pfosten i', ausserdem mittelst kleiner Stützen an den Winkeleisen f', über den Querträgern und über den Auflagern aber in der durch Fig. 25<sup>c</sup>, 26<sup>c</sup> und 27<sup>a-c</sup> angegebenen Weise befestigt sind, wird die Decklage abgeschlossen; der Grundbau ist durch abgerichtete grössere Steine nach Fig. 24<sup>b</sup> genügend abgegrenzt.

Das Trottoir, bestehend aus den doppelten Querschwellen (k) und einem durch eine kleine Saumschwelle abgegrenzten, einfachen Dielenbeleg, hat seine Unterstüttung durch den äusseren Theil der Consolen, auf welchen die Unterlagen (i, i) mit den oben genannten Winkeleisen k' und einem umgebogenen Bleche m' angebracht sind. Zwischen den Consolen sind aber für die äusseren Enden der Querträger k zwei weitere Auflager dadurch geschaffen, dass das Gelände ein doppeltes Hängwerk bildet, an dessen Hängesäulen ebensolche Bleche m' befestigt sind wie über den Consolen.

Das Gelände, in der eben angegebenen Weise dem Wesen nach construiert, erhält seine Unterstüttung von den Enden der Consolen aus, indem hier an die verticalen Bleche (i) (Fig. 26<sup>a-f</sup>) die aus doppelten Winkeleisen bestehenden Geländersäulen l befestigt sind. Diese Geländersäulen sind durch eine obere, aus einem einfachen T-Eisen bestehende, und eine untere, als Flachschiene gefertigte Gurte verbunden. Beiderseits von diesen Geländersäulen ist nun die Hängwerksconstruction, mit Ausfüllung der Felder durch engmaschiges Gitterwerk, angebracht. Die Figuren e und f zeigen, wie durch länglich ausgeschnittene Nietöffnungen für Längenveränderungen Spielraum gegeben ist. —

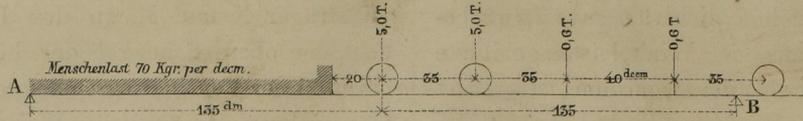
Die in den Zeichnungen eingetragenen Maasse sind fast durchgehends in Millimetern angegeben. Einzelne eingeklammerte, mit positivem oder negativem Vorzeichen versehene Zahlen bedeuten die Höhenlage der mit einem Ringe eingeschlossenen Stelle über oder unter der geometrischen Axe in Millimetern ausgedrückt; die in Fig. 8 ohne Vorzeichen aber mit Klammern versehenen Zahlen

bedeuten die Ueberhöhung der betreffenden Knotenpunkte in Millimetern über ihre Höhenlage bei horizontaler geometrischer Axe. —

Aus der Berechnung der Tragrippen heben wir noch Folgendes hervor. Bei einer Stützweite von 27,0<sup>m</sup>

erhält man das Maximalmoment in der Mitte der Brücke für variable Belastung und zwar für die Hälfte des Fahrweges, wenn die Grösse und Vertheilung der Lasten in nachstehender Weise angenommen wird, dass nämlich von der einen Seite die Personenlast bis auf 115<sup>dm</sup> über

Stützweite l = 270,00<sup>dm</sup>.



das Auflager hinaus vorgeschritten ist, während die hintere Wagenaxe von 5<sup>T</sup> Gewicht über der Mitte selbst, die vordere Wagenaxe um 35<sup>dm</sup> von ersterer entfernt steht, und die Belastungen durch die Zugthiere in angezeigter Weise erfolgen:  $\mathfrak{M}_1 = 850^{\text{dm.T}}$  (abgerundet), ein Moment, das bei einer gleichmässig vertheilten Belastung von 93,3<sup>k</sup> pr. Dec., oder bei einer halben Breite der Fahrbahn von  $\frac{1}{2} \cdot 4,67^{\text{m}} = 2,335^{\text{m}}$  durch eine solche Belastung von 400<sup>k</sup> pr.  $\square^{\text{m}}$  hervorgerufen würde. Für das Trottoir von 0,9<sup>m</sup> Breite und einer grössten gleichmässigen Belastung von 360<sup>k</sup> pr.  $\square^{\text{m}}$  wird das Maximalmoment  $\mathfrak{M}'_1 = \frac{1}{8} \cdot 0,036 \cdot 0,9 \cdot 270^2 = 295^{\text{dm.T}}$ . Demnach das ganze in der Mitte eines Hauptträgers durch die Verkehrslast hervorgerufene Maximalmoment 1145<sup>dm.T</sup>, und bei dreifacher relativer Tragfähigkeit

$$\mathfrak{M}_0 = 3435^{\text{dm.T}}$$

Für das Eigengewicht erhält man das Maximalmoment in nachstehender Weise. Das Eigengewicht selbst wird pr. Dec. der Tragrippe für:

Kies, dessen Gewicht pr. Cubik-Dec. 1,9 <sup>k</sup> beträgt, von 2,05 <sup>dm</sup> mittlerer Höhe: $\frac{1}{2} \cdot 46,7 \cdot 2,05 \cdot 1,9 =$	91,0 <sup>k</sup>
Eichenes Trottoirbeleg, das Gewicht eines Cubik-Decimeter Eichenholz zu 0,9 <sup>k</sup> , die Stärke des Dielenbeleges zu 0,5 <sup>dm</sup> und die Breite zu 10 <sup>dm</sup> gerechnet: $10 \cdot 0,5 \cdot 0,9 \cdot$	4,5 <sup>k</sup>
Föhrene Trottoirquerhölzer	4,8 <sup>k</sup>
Summa für Fahrbahndecke $\dot{p}_0 =$	0,100 <sup>T</sup>
Eisengewicht: Plattform	0,033 <sup>T</sup>
Tragrippe	0,032 <sup>T</sup>
zusammen	0,065 <sup>T</sup> ;

daher die permanente Belastung  $\dot{p} = 0,165^{\text{T}}$  pr. Decim., und das Moment in der Mitte

$$\mathfrak{M} = 1504^{\text{dm.T}}$$

Der Berechnung der Gurtungen legt man nun die Summe aus dem dreifachen Momente der Verkehrslast + dem einfachen Momente des Eigengewichtes  $3435 + 1504 = 4939^{\text{dm.T}}$  zu Grunde, und es hat somit das Widerstandsmoment des mittleren Verticalschnitts

$$\Sigma \dot{X} y = y_0 \cdot \Sigma \dot{X} = 4939^{\text{dm.T}}$$

zu sein, und da  $y_0 = h$ , gleich der geometrischen Höhe des Trägers in der Mitte, nämlich 28<sup>dm</sup>, zu setzen ist,

hat man ferner den Widerstand, den der Trägerquerschnitt bei einer Anstrengung bis zur Elasticitätsgrenze, 1600<sup>k</sup> pr.  $\square^{\text{cm}}$ , zu leisten hat:

$$\Sigma \dot{X} = \frac{4939}{28} = 176,4^{\text{T}},$$

und daher die Zugfläche der Trägergurtungen

$$F \cdot 160 = 176,4,$$

$$F = 1,10 \square^{\text{dm}}.$$

Für die Druckgurtung ist eine entsprechende Vergrößerung des Querschnittes oder bezw. eine Abminderung der zulässigen Anspruchnahme in Berechnung zu ziehen.

Die Spannungsintensität für die permanente Last findet sich zu  $160 \cdot \frac{1504}{4939} = 48,7^{\text{T}}$  pr.  $\square^{\text{dm}}$ , und für die variable

Last zu  $160 \cdot \frac{1145}{4939} = 37,1^{\text{T}}$  pr.  $\square^{\text{dm}}$ , zusammen demnach,

zu 85,8<sup>T</sup> pr.  $\square^{\text{dm}}$ . Setzt man die Wirkung der Bewegung der variablen Last gleich  $\frac{1}{2}$  der ruhenden variablen Last, so wird die totale Spannungsintensität bei bewegter Verkehrslast gleich  $48,7 + \frac{3}{2} \cdot 37,1 = 104,4^{\text{T}}$  pr.  $\square^{\text{dm}}$ .

Die Maximalspannungen  $\dot{Z}_{x+d}$  und  $\dot{V}_x$  in den Diagonalen und Pfosten an einem Knoten im Abstände x vom Auflager ergeben sich, wenn mit d die Fachweite, mit  $\dot{Z}_x$  und  $\dot{Z}_{x+d}$  die Spannungen in den Zugbändern der Felder, welche dem Knotenpunkte x vorhergehen und nachfolgen, und mit  $\dot{V}_x$  der Druck auf den Pfosten des Knotens x bezeichnet wird (Fig. 8), bei jener Stellung des Wagens, bei welcher derselbe mit der nachfolgenden Menschenlast so vorgeschritten ist, dass das erste Rad auf dem Knotenpunkte x steht. Als variable Last wird dabei die Verkehrslast (1,5-fache ruhende Last) und die Spannungsintensität zu 104,4 Tonnen gerechnet. Die auf solche Weise erhaltenen Zugflächen sind im Constructionsnetze (Fig. 8) in  $\square^{\text{dm}}$  eingetragen und zwar die auf Zug beanspruchten mit positivem, die auf Druck beanspruchten mit negativem Vorzeichen. Verzichtet man auf die strenge Erfüllung der Bedingung gleicher Flächenspannungen der Gurtungen unter Einwirkung der grössten Totalbelastung, welche doch nie vollständig wegen der Ungenauigkeiten eingehalten werden kann, die beim Auswalzen der Eisentheile jeder Zeit vorkommen, und die man gewöhnlich in den aufgestellten Bedingungen bis beiläufig zu 5% des berechneten Querschnitts als zulässig erklärt, so kann man

als Curven, welchen die Gurtungspolygone einbeschrieben sind, einfacher Parabeln substituiren, deren Axen mit der verticalen Mittellinie der Brücke zusammenfallen, und deren Scheitel somit gleichfalls in der Mitte der Tragwände sich befinden.

Bei gegebener Stützweite und nach Festsetzung der geometrischen Höhe der Tragwand in der Mitte, welche letztere auch hier, wie beim Fachwerke mit parallelen Gurten zu  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{10}$  der Stützweite genommen wird, lassen sich die Gleichungen der symmetrisch zur neutralen Axe anzuordnenden Parabeln leicht aufstellen und somit die Ordinaten der einzelnen Polygonecken berechnen, sobald die Lagen der Mittellinien der Pfosten, also die Abscissen der Eckpunkte, den Verhältnissen entsprechend, gewählt sind. —

In neuester Zeit wurden von verschiedenen Seiten, namentlich auch von Herrn Gerber, Vorschläge gemacht für die Construction continuirlicher Fachwerke mit gebogenen Gurten, welche aber seither nur zu vereinzelten Anwendungen geführt haben. Die hiebei auftretenden, statisch vollkommen begründeten, im Allgemeinen aber ungewöhnlichen Formen, und die in mancher Beziehung mit Schwierigkeiten verbundene Detailanordnung werden zwar der Verbreitung solcher Träger vielfach hindernd im Wege stehen, in besonderen Fällen aber, wie bei Ueberdeckung mehrerer aufeinander folgender bedeutender Spannweiten dürften dieselben ökonomische Vortheile bieten, die durch andere gebräuchliche Trägerconstructions nicht zu erreichen wären. —

Blatt 44.

### Kurze und lange Oderbrücke in Breslau.

Wie im südlichen Theile Deutschlands polygonale Fachwerke nach Pauli's System vielfach Verwendung finden, so werden im Norden des deutschen Reiches manche bedeutende eiserne Brücken nach Schwedler's System ausgeführt.

Im Nachfolgenden soll deshalb das Wesentlichste hierüber zunächst in statischer und sodann auf Grundlage des durch Blatt 44 dargestellten Beispielles in constructiver Beziehung hervorgehoben werden.

Die Horizontalcomponente der Diagonalkraft im Fachwerk ist nach Früherem (Seite 112) im Allgemeinen 
$$\frac{\delta \dot{H}_{(x+d)}}{h_{(x+d)}} - \frac{\delta \dot{H}_x}{h_x} = \delta \dot{H}.$$
 Beim Fachwerk mit parallelen Gurten nimmt dieser Ausdruck, weil  $h_{x+d} = h$  wird, die Gestalt 
$$\frac{\dot{V}}{\tan \alpha}$$
 an.

Bezeichnet man nun die von links nach rechts fallenden Diagonalen kurz als „fallende“, die von links nach rechts steigenden ebenso als „steigende Diagonalen“, so ist leicht einzusehen, dass positive  $\delta \dot{H}$  oder positive  $\dot{V}$

in den fallenden Diagonalen Zug, in den steigenden Druck, und dass umgekehrt negative  $\delta \dot{H}$  oder negative  $\dot{V}$  in den fallenden Diagonalen Druck und in den steigenden Zug verursachen.

Weil nun bei Fachwerken mit Parallelgurten und bei den üblichen Polygonalfachwerken, — deren Krümmung nicht unter jene der Parabel herabgeht —, im Falle einer vollen gleichmässigen Belastung links von der Mitte die  $\delta \dot{H}$  oder  $\dot{V}$  positiv und rechts negativ sind, so ist man genöthigt, auf der linken Seite fallende und auf der rechten Seite steigende Diagonalen anzuordnen, wenn man auf dieselben keine Druckkräfte einwirken lassen will (Zugbandsystem).

Es ist ferner klar, dass beim polygonalen Fachwerk  $\delta \dot{H}$  kleiner als beim Parallelfachwerk ist, dass also die Diagonalen kleineren Kräften ausgesetzt sind, weil im Ausdruck  $\frac{\delta \dot{H}_{(x+d)}}{h_{(x+d)}}$  beim polygonalen Fachwerk Zähler und Nenner zugleich wachsen, während beim Parallelfachwerk der Nenner constant bleibt.

Kommt zur gleichmässigen ruhenden Last  $\dot{p}$  pr. Längeneinheit eine Verkehrslast  $\dot{k}$  hinzu und rückt dieselbe vom Auflager B, d. h. von rechts nach links vor, so entstehen an der Spitze des Zuges die Maxima der positiven  $\delta \dot{H}_k$  (und  $\dot{V}_k$ ), und wenn die Last von A, d. h. von links nach rechts vorrückt, so entstehen an der Spitze des Zuges die Maxima der negativen  $\delta \dot{H}_k$  (und  $\dot{V}_k$ ).

Wenn nun für eine Diagonale  $\delta \dot{H}_p$  und  $\delta \dot{H}_k$  einerlei Zeichen haben, so wird, durch die Wirkung der Verkehrslast, die Beanspruchung der Diagonale grösser; wenn aber zum positiven  $\delta \dot{H}_p$  (linke Seite) ein negatives  $\delta \dot{H}_k$  (links hereinrückender Zug), oder zum negativen  $\delta \dot{H}_p$  (rechte Seite) ein positives  $\delta \dot{H}_k$  (rechts einrückender Zug) hinzukommt, so wird die Beanspruchung der Diagonale kleiner, d. h. die Diagonale wird entlastet und zwar so lange, als  $\delta \dot{H}_p$  grösser als  $\delta \dot{H}_k$  ist. Erhält aber  $\delta \dot{H}_k$  den grösseren Werth, so bekommt die Summe beider Anspannungen das dem  $\delta \dot{H}_p$  entgegengesetzte Vorzeichen und die Diagonale würde auf Druck beansprucht werden, wenn man nicht Gegendiagonalen anordnen würde, welche nun in Activität treten und Zugspannungen erleiden.

Beim polygonalen Fachwerk kann nun  $\delta \dot{H}_p + \delta \dot{H}_k$  auf die ganze Balkenlänge sein Vorzeichen wechseln, es sind also in allen Fachen Gegendiagonalen nothwendig. Die Anspannung der Diagonalen wird hiebei durch die Gestalt der Gurtungen beeinflusst. Beim Parallelfachwerk ist der Zeichenwechsel von  $\dot{V}_p + \dot{V}_k$  auf einen Abschnitt innerhalb der Balkenmitte (innerhalb der Punkte  $\dot{V} = 0$ ) beschränkt; es sind blos in diesem Raum Gegendiagonalen nothwendig. In den beiderseitigen Aussenabschnitten hat das Parallelfachwerk keine Gegendiagonalen.

Man kann sich nun schrittweise die Parallelgurten herabgedrückt denken und kommt dadurch an eine Grenze, durch deren Ueberschreitung die Gegendiagonale auch hier