

unregelmässige Oberfläche von ungleicher Widerstandsfähigkeit. In diesem Fall wird ein zureichend tragfähiges Gerüst geschlagen, darauf der Caisson montirt und an Ketten (q) niedergelassen. Zu diesem Behuf erhält derselbe gabelartige Ansätze (r) zum Befestigen der Ketten, an welchen er so lange eingehängt bleibt, bis seine Einsenkung in den Boden soweit vorgeschritten ist, dass durch die Ausgrabung im Innern das weitere gleichmässige Senken regulirt werden kann. Bei kiesigem Untergrund tritt dieses Stadium schon bei einer Senkung von $1\frac{1}{2}$ m ein. Die Aufhängegabeln (r) werden sodann im Innern der Arbeitskammer losgeschraubt und beseitigt; die in der Caissonwand entstehenden Löcher aber mit Holzstopfeln zugeschlagen.

Sobald der Caisson nicht mehr gesenkt werden soll oder kann, wird, immer noch unter comprimierter Luft, die ganze Kammer mit Beton und Mauerwerk vollkommen satt ausgefüllt. Wenn das Pfeilermauerwerk gehörig wasserdicht und mit Belassung eines kleinen Spielraums gegen das Rohr hergestellt worden ist, so kann letzteres nach Beendigung der Kammerausfüllung losgemacht und in die Höhe genommen werden. —

Als Beispiel einer fertigen pneumatischen Foundation fügen wir in der Zeichnung (Fig. 6) den Querschnitt eines Brückenpfeilers der Lechbrücke bei Rain bei. Soweit das Mauerwerk schraffirt ist, wurde dasselbe für die Senkung aufgemauert; das nicht schraffirte ist nach Vollendung der Foundation hergestellt worden.

Blatt 39 und 40.

Bahnbrücke über die Rodach.

(Linie Hochstadt-Stockheim.)

Unter den Fachwerkbrücken mit gebogenen Gurten nehmen die nach dem „System Pauli“ construirten in statischer und constructiver Beziehung eine hervorragende Stelle ein. *)

Nach dem Principe angeordnet, dass die polygonförmigen Gurten, welche von bestimmten, zu einander symmetrischen Curven umhüllt werden, für eine bestimmte Maximalbelastung nach ihrer ganzen Länge eine constante Spannung aufzunehmen haben, ist hiedurch bei gleichbleibender zulässiger Anspruchnahme pr. □ Einheit die Beibehaltung der gleichen Form und Grösse des Querschnitts für die Gurtungen ermöglicht. Die Ausfüllung zwischen den an ihren Enden direct verbundenen oberen und unteren Gurtungen, — den Druck- und Spanngurten, da es sich vorerst nur um discontinuirliche Träger handelt —, besteht aus verticalen Pfosten und Diagonalbändern. An den Pfosten, zwischen, über oder unter den Gurtungen werden die Querträger der Fahrbahn befestigt, so dass

auch hier bezüglich der Anordnung der letzteren freier Spielraum gewährt ist und dabei Lastpunkte mit Knotenpunkten zusammenfallen. Durch die Zugbänder, von denen immer nur das eine oder andere in Function tritt, je nachdem die Belastung von der oder jener Seite gegen die Brücke vorrückt, werden Verschiebungen der einzelnen, durch die Verticalen und durch die Gurtungsstücke gebildeten Vierecke vermieden. An den Enden ist der Träger durch Dreiecke abgeschlossen, wesshalb hier die Zugbänder wegfallen und dabei ein Constructionsnetz entsteht, wie solches durch Fig. 3, Taf. 39, gegeben ist. —

Die erste nach diesem Systeme erbaute, im Jahre 1857 vollendete Brücke war die Eisenbahnbrücke über die Isar, — einige andere kleinere Brücken auf bayerischen Bahnen sind zwar nach Herrn v. Pauli's Angaben, aber nicht nach dem in Frage stehenden Systeme hergestellt —, welche bei Grosshesselohe die München-Rosenheimer Bahn in beträchtlicher Höhe über den genannten Fluss führt. Die bedeutendste Anwendung hat dieses System seither bei der Mainzer Rheinbrücke gefunden, deren einer Theil für das eine Geleise der hessischen Ludwigsbahn in den Jahren 1860 bis 1862 hergestellt wurde. Diese Brücke hat 32 Oeffnungen, nämlich vier Hauptöffnungen von je $101,29^m$ lichter Weite und $105,21^m$ Stützweite, 6 Fluthöffnungen von $33,5^m$, 13 Oeffnungen von $15,0^m$, 2 Oeffnungen von $25,0^m$ und 7 Oeffnungen von 15^m lichter Weite.

Ausserdem wurden aber eine grosse Anzahl anderer und zum Theil sehr bedeutender Brücken nach diesem Systeme ausgeführt, unter denen die Brücke über die Donau bei Deggendorf wegen der glücklichen Gesamtanordnung eine besondere Erwähnung verdient. —

Für die Vorlegeblätter haben wir die über die Rodach führende Bahnbrücke der Linie Hochstadt-Stockheim und eine in der jüngsten Zeit über den Lech bei Schongau hergestellte Strassenbrücke aus verschiedenen Gründen gewählt, indem erstere die Anordnung schiefer eiserner Brücken im Allgemeinen, speciell aber innerhalb des Systems, dem sie angehört, die Anordnung der Fahrbahn zwischen den beiden Gurten und unterhalb der unteren derselben repräsentirt, gleichzeitig aber die für Bahnbrücken gebräuchliche Construction der Quer- und Schwellenträger gibt, während die zweite der dargestellten Brücken die Anordnungsweise der Fahrbahn über der oberen Gurtung und die in neuerer Zeit vielfach verwendete Construction der Blechbögen zur Aufnahme der Schotterdecke für Strassenbrücken ersehen lässt. Durch Vergleichung beider Brücken wird man aber leicht die constructive Weiterbildung erkennen, welche sich bei verschiedenen Details ergibt. —

Die Haupttragwände der Rodachbrücke haben eine Stützweite von $35,0^m$ und eine grösste geometrische Höhe von $5,0^m$. Der Abstand derselben, zwischen welchen die eingleisige Bahn von Quer- und Längsträgern auf-

*) Dieses System wurde im Jahre 1856 durch die Herren Oberbaudirector Pauli und Professor Dr. C. M. Bauernfeind festgestellt und später ausschliesslich nach dem Ersteren benannt.

genommen wird, beträgt von Mitte zu Mitte $4,40^m$; jede derselben besteht incl. den beiden dreieckigen Abschlüssen aus 9 Feldern, von welchen die viereckigen einen Abstand der verticalen Pfosten von $4,0^m$, die dreieckigen Felder aber einen solchen von $4,68^m$ und $2,32^m$ von dem Schnittpunct der beiden Gurtungs-Schwerpunktlinien bis zum folgenden oder vorhergehenden Pfosten haben. Durch diese Eintheilung in einzelne Felder, deren gegenseitige Lage, wie in Fig. 1 angegeben, gewählt wurde, ist es ermöglicht, die Ebene der Mittellinien zweier zusammengehöriger Pfosten senkrecht auf die Bahnaxe zu stellen und hiemit alle Schwierigkeiten, welche schiefe Brücken ausserdem veranlassen, zu vermeiden.

Der Druckbogen (a) einer Hauptrippe besteht aus vier zu einem kastenförmigen Querschnitt verbundenen Winkeleisen, die durch seitlich aufgenietete durchlaufende Flacheisen, welche an den Stössen durch Platten überdeckt sind und durch stellenweise oben und unten aufgeschraubte Verbindungsbleche (b) vereinigt sind; der Spannbogen (d) ist aus auf einander liegenden Flacheisen, die durch konische Bolzen mit einander verbunden sind, zusammengesetzt. Zur Vermeidung einer zu grossen Dicke dieses Eisenbandes sind deren zwei neben einander gelegt. Diese Flacheisen sind abwechselnd gestossen und die Stösse mit beiderseitigen Platten überdeckt. Die Verbindung der beiden Gurtungen vermittelt der Bogenschuh (c), welcher einerseits den Scheerkräften hinreichenden Widerstand leisten muss, andererseits aber eine genügende Fläche zur Befestigung der beiden Bögen zu bieten hat. Nach diesen Forderungen ist der Bogenschuh in der durch Fig. 14 und 15 mit voller Deutlichkeit dargestellten Weise gebildet.

Die verticalen Pfosten (e, e) sind aus vier Winkeleisen, die unter sich durch Diagonalbänder und die Querbleche v, v', w verbunden sind, gebildet. Die Zusammensetzung des Druckbogens mit dem Pfosten, wie sie bei Punct II durch die Figuren 8, 9 und 10 gegeben ist, wird dadurch bewerkstelligt, dass die unverschwächt innerhalb des Gurtungsquerschnittes eingeführten Winkeleisen der Pfosten durch konische Schraubenbolzen mit den verticalen Schenkeln der Gurtungswinkeleisen, deren anderer Schenkel an der Eindringungsstelle der Pfosten ausgeschnitten und durch Deckbleche ersetzt ist, verbunden werden; die Zusammensetzung des Pfostens mit dem Spannbogen ist vermittelt durch eine auf letzterem aufliegende Platte, in welche eine weitere verticale Platte x' mit Zinken eingreift. Diese letztere ist durch vier in Kreuzform gestellte Winkeleisen (Fig. 10 und 13) mit dem Querbleche w, und dieses wieder mit den Winkeleisen der Pfosten verbunden.

Die Diagonalen (f, g) bestehen aus Flacheisen, die mit den Gurtungen und Pfosten mittelst der Querbleche v' und w in Verbindung gebracht sind. Am oberen Knotenpuncte ist nämlich an das entsprechend ausgeschnittene

Querblech v' mit vier Winkeleisen ein eingeschobenes Beilageblech (Fig. 8 und 9), und an dieses die Zugbänder befestigt; am unteren Knotenpuncte finden die Diagonalen an dem vorhin schon bezeichneten Beilagebleche x' die nöthige Verbindung. —

Die Tragrippen liegen an den Enden mittelst ebener Stützplatten (Fig. 17^{a-d}) auf cylindrischen Stahlflächen von grossem Halbmesser auf, damit auf diese Weise die elastische Einbiegung des Trägers erfolgen kann, ohne dass starke einseitige Pressungen in den Stützflächen herbeigeführt werden. Verschiebungen der Länge und Quere nach sind durch Vorsprünge verhindert, welche sich beiderseits der Stützplatten befinden und wie Zähne in einander greifen. Die unteren Stützplatten sind auf gusseisernen Stühlen befestigt, von denen der eine (p) (Fig. 1 und 16^{a-b}) unmittelbar auf dem Auflagersteine ruht und mit diesem durch angegossene Stollen und Mauerschrauben in feste Verbindung gebracht ist, während der andere (q) (Fig. 1, 14 und 15), wegen der Längenveränderung der Brücke durch Temperaturwechsel, auf Stelzen (Fig. 15^a) steht, deren auf beiden Seiten angegossene Zähne zwischen entsprechende Zähne am Rollstuhl und an der Bodenplatte eingreifen, um sie unter sich selbst in paralleler Lage zu erhalten. Die Cylinderflächen der Stelzen sind gedreht und wälzen sich auf abgehobelten ebenen Flächen. Stelzen werden aber desshalb statt voller Cylinder gewählt, weil der Druck, der auf eine Walze treffen darf, mit dem Durchmesser derselben zunimmt, daher durch grössere Höhe an der Gesamtlänge der Stelzen und dadurch zugleich an der Grösse der Auflagerplatten gespart wird. Die Höhe der ersteren wird so gewählt, dass ihre Maximalneigung bei den extremsten Temperaturen eine bestimmte, nahezu gleiche Grösse für die verschiedenen Lichtweiten erhält. Der zulässige Druck pro Längeneinheit wurde proportional dem Radius r der cylindrischen Abgrenzung der Stelzen gefunden und ist für Gusseisen zu $12r$ Kgr pr. lauf. Centimeter anzunehmen, wenn r in Centimetern gegeben ist. —

Die Querträger, deren Anordnung im Ganzen aus Fig. 2 und 4 zu entnehmen ist, wurden nach der in Fig. 11 gegebenen Detailzeichnung als kleine Fachwerkträger mit parallelen Gurten construiert. Dieselben sind durch die Querbleche v und w mit den Pfosten der Hauptrippen verbunden und tragen die Fahrbahn durch Vermittlung der als Blechbalken construirten Längsträger i (Fig. 12), auf welchen die Querschwellen (o) durch Schrauben befestigt sind.

Die unter dem Schwellenträger angebrachte Horizontalverspannung, welche aus Flachsienen (m) besteht, ist nach Fig. 11, 12 und 13 mit den Pfosten der Hauptrippen durch Winkeleisen (y) und Beilagebleche verbunden.

Im ersten und letzten Felde ist die Horizontalverspannung nach der in Fig. 2 angedeuteten Weise an dem

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^T.

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

Das Gewicht der Eisenconstruction beträgt für die Hauptbrücke:

an Schmiedeeisen und Stahl . . .	36,60 ^T
„ Gusseisen	2,31 ^T
zusammen	38,91 ^T

oder pr. Meter Stützweite 1111,7^k;

für jede der beiden Blechbrücken:

an Schmiedeeisen	1,95 ^T
„ Gusseisen	0,14 ^T
zusammen	2,09 ^T . —

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^T, jeder Tender 15^T schwer, von Puffer zu Puffer 13,5^m lang), sodann aus zweiaxigen Wägen von 16^T Gewicht, 3,0^m Axenweite und 6,0^m Gesamtlänge, so ergeben sich für dreifache relative Tragfähigkeit bis zur Elasticitätsgrenze von 1600^k pr. □^{cm} 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^m (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^m lichter Weite und 27^m Stützweite der Tragrippen. Jede Oeffnung ist mit zwei Haupttragwänden von 3,6^m 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^m 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^m, jedes der beiden Trottoire ist 0,9^m 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^a 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