

trale Axe mit der oberen Abgrenzung der oberen Flansche zusammenfällt.

Nimmt man für einen besonderen Fall

$$h = 75^{\text{cm}}, h_1 = 71^{\text{cm}}, h_2 = 69^{\text{cm}}, h_3 = 59^{\text{cm}}, \\ b_1 = 1^{\text{cm}}, b_2 = 10^{\text{cm}} \text{ und } b = 13^{\text{cm}},$$

so wird  $\frac{\Theta_0}{R_0} = 62^{\text{cm}}$ ; es liegen somit die Kernränder um je  $13^{\text{cm}}$  von der oberen und unteren Begrenzung des Trägers entfernt. —

Bei vollständiger Belastung findet sich unter den gemachten Voraussetzungen der Bogenquerschnitt im Scheitel aus der Gleichung:

$$F = \frac{\hat{q} l^2}{8 p \cdot \beta},$$

und jener am Kämpfer aus:

$$F_1 = \frac{\hat{q} \cdot l}{8 p \cdot \beta} \sqrt{l^2 + 16 h^2}, \text{ wenn}$$

$\hat{q}$  die zu substituierende, auf einen Bogen treffende, gleichmässig vertheilte Belastung pr. Längeneinheit,

$l$  die Spannweite,

$p$  die Pfeilhöhe und

$\beta$  die pr. Flächeneinheit zulässige Anspruchnahme auf die Dauer bezeichnet.

Was nun aber den Werth von  $\beta$  anlangt, so wurde dieser, wie sich aus der Vergleichung einer grösseren Anzahl von ausgeführten Brückenconstructions ergibt, aus der Druckfestigkeit allein nicht abgeleitet. Derselbe wechselt, ähnlich wie bei steinernen Brücken, mit der Spannweite und Pfeilhöhe, und man erhält annähernd eine Uebereinstimmung mit den bei Musterbrücken benützten Werthen, wenn man bei Gusseisen

$$\beta = 0,062 \cdot l + 2,3 \cdot \frac{r}{p}$$

setzt, worin die Spannweite  $l$  in Centimetern einzusetzen ist,  $r$  den Halbmesser des Bogens und  $p$  dessen Pfeilhöhe bedeutet, und  $\beta$  in Kgr pr.  $\square^{\text{cm}}$  erhalten wird.

Bei der Kinzigbrücke ist  $l = 1140^{\text{cm}}$ ,  $\frac{r}{p} = 13$  und somit  $\beta = 100^{\text{k}}$  pr.  $\square^{\text{cm}}$ .

Für die Southwarkbrücke hat man  $l = 7296^{\text{cm}}$ ,  $r = 9500$  und  $p = 729^{\text{cm}}$ ; darnach berechnet sich  $\beta$  zu  $480^{\text{k}}$  pr.  $\square^{\text{cm}}$ . Mit diesen Werthen von  $\beta$  ergeben sich nahehin dieselben Querschnitte, wie sie der Ausführung zu Grunde liegen, sobald man die Belastung den gewöhnlichen Annahmen entsprechend in Ansatz bringt. —

Diesen Bemerkungen über Berechnung der Querschnitte gusseiserner Tragbögen fügen wir eine von Herrn Gerber aufgestellte Gleichung hinzu, welche zur Bestimmung der Dimensionen des Querverbandes bei prismatischen, gedrückten Stäben dient.

Bezeichnet nämlich

$\hat{Q}$  den Druck auf die Enden eines gepressten Stabes,

$\Theta'$  das Trägheitsmoment des Querschnittes in Beziehung auf die zur Biegungsebene senkrechte Schwerpunktsaxe,

$m$  den Abstand der äussersten Längenfaser von dieser Axe,

$\epsilon$  den Elasticitätsmodul und

$l$  die freie Länge des Stabes,

so berechnet sich die Kraft, mit welcher ein gedrückter Stab in der Mitte normal zu seiner Richtung gehalten werden muss, damit diese Mitte, bezw. der Schwerpunkt des mittleren Querschnittes, in der Geraden zwischen den Schwerpunkten der freien Endflächen bleibt, aus der zum Theil empirischen Formel:

$$\hat{S} = \frac{m}{\Theta'} \cdot l \cdot \frac{\hat{Q}^2}{\epsilon},$$

welche mit einigen Modificationen auch für Bögen benützt werden kann. —

Blatt 46, 47 und 48.

### Carrousselbrücke in Paris.

Diese in den Jahren 1834 bis 1836 von dem Ingenieur Polonceau erbaute Brücke bezeichnet einen wesentlichen Fortschritt in der von Reichenbach in München erfundenen Construction gusseiserner Röhrenbrücken. Sie ist die Vorgängerin vieler anderer Brücken dieser Art, welche in Frankreich für Landstrassen und Eisenbahnen (in senkrechter und schiefer Richtung zu deren Axe) ausgeführt wurden. Obwohl bei diesen neueren Brücken einzelne, theils von Polonceau selbst, theils von anderen Ingenieuren ausgehende Veränderungen und Verbesserungen angebracht sind, so beschränken wir doch unsere Darstellung auf den ersten Bau dieser Art, nicht blos weil er den übrigen als Muster diene, sondern auch weil die späteren Abänderungen nicht sehr bedeutend sind.

In unserer Abbildung der Carrousselbrücke gibt Fig. 1 die Längensicht eines halben Bogens, Fig. 2 den Längenschnitt der anderen Hälfte desselben; Fig. 3 stellt eine Oberansicht der Fahrbahn mit und ohne Bekiesung und Fig. 4 einen Grundriss der Tragrippen und des über dieselben verbreiteten Gebälks vor. Der Maassstab dieser vier Figuren beträgt  $\frac{1}{120}$  der natürlichen Grösse. Fig. 5 liefert einen halben Querschnitt durch den Scheitel AB eines Brückenfeldes mit der Seitenansicht der Tragröhren und des Pfeilermauerwerks in einem dreimal grösseren Maassstabe als der vorhergehende. Fig. 39 ist eine Ansicht und Fig. 40 ein Querschnitt des Gerüsts, das zum Aufschlagen der Brücke diene. Der Maassstab dafür ist dem der ersten vier Figuren gleich. Die übrigen Darstellungen sind Details, die später näher bezeichnet werden.

Die in Rede stehende Brücke, welche die Strasse zwischen dem Carrousselplatze und dem Quai Voltaire in Paris über die Seine führt, hat drei gleiche Oeffnungen von  $47,7^{\text{m}}$  Spannweite, und es ruhen die aus Gusseisen und Holz gebildeten Tragrippen einer jeden auf massiven Widerlagern und Pfeilern, welche auf Beton fundirt und von Steinquadern erbaut sind.

Jede solche Rippe besteht aus einem Holzbogen und einem Röhrenbogen. Der Holzbogen bildet gewissermassen den Kern und der Röhrenbogen die Schale der Rippe. Jener ist aus horizontal liegenden Bohlen (b, b, Fig. 8) und dieser aus vertical an einander geschraubten halbcylindrischen Röhrenstücken (a, a) zusammengesetzt.

Der Holzbogen wurde nicht erst auf einem Werkplatze abgebunden, sondern über dem in Fig. 39 und 40 dargestellten und zwischen den fertigen Pfeilern aufgeschlagenen Gerüste hergestellt, indem man auf dasselbe erst eine Reihe sehr genau an einander gestossener Bohlen legte und nach dem Bogen krümmte, hierauf eine Lage Theer heiss auftrug und darüber eine zweite Bohlen-schicht mit gewechselten Stössen befestigte, und in der Weise fortfuhr, Theer- und Bohlen-schicht wechseln liess, bis der Bogen mit neun Bohlenlagen die gehörige Dicke erreicht hatte. Nunmehr wurden die Bohlen von 2 zu 2 Meter Entfernung und senkrecht auf den Bogen durch Schraubenbolzen (c, c) mit untergelegten Reibplatten fest an einander gepresst und hierauf an ihren Kanten so bearbeitet, dass sie den in Fig. 8 dargestellten ovalen Querschnitt (a, a) bildeten. Schliesslich wurde auch die Aussenfläche des Bogens mit heissem Theer, und zwar ziemlich dick, bestrichen.

Der Röhrenbogen ist aus halbcylindrischen Mantelstücken mit Flanschen, welche der Stirnfläche der Brücke parallel laufen, zusammengesetzt. Es sind vier Arten derselben, welche aber alle den in Fig. 8 dargestellten Querschnitt haben, zu unterscheiden, nämlich: äussere und innere Bogenanfänger und äussere und innere Längsstücke. Die Fig. 19, 20, 21 stellen einen äusseren Bogenanfänger dar, und zwar ist Fig. 20 dessen Ansicht, Fig. 19 dessen Schnitt nach EF und Fig. 21 der Schnitt nach GH. In Fig. 1 bezeichnet das Stück d diesen Anfänger. Der Ansatz d, d desselben passt in die Widerlagsplatte (Fig. 26 und 27). Bei e, e kann das äussere Längsstück, welches in Fig. 1 durch ef bezeichnet und in Fig. 22 vergrössert dargestellt ist, mit dem Ansätze d', d' in den Anfänger eingeschoben werden; und in gleicher Weise lässt sich jedes folgende Längsstück mit dem vorhergehenden vereinigen. Die inneren Bogenanfänger sind wie die äusseren beschaffen, aber nur halb so lang, damit ein Wechsel der Stossfugen stattfinden kann, und ausserdem fehlt ihnen der Knopf i, i. Ebenso sind die inneren Längsstücke von den äusseren nur durch den Mangel des eben genannten Knopfes und der Rippe k, k verschieden. Die Bogenstücke wurden erst nach Entfernung des Lehrgerüsts für die Holzbögen versetzt. Dabei dienten letztere als Lehren für die Röhrenbögen. Es wurden immer nur zwei sich gegenüberstehende Halbstücke umgelegt und die Bolzenlöcher des einen Stückes erst nach dem Anpassen an Ort und Stelle gebohrt. Wegen des Verziehens durch Temperaturwechsel hat man diese Löcher länglich gemacht,

was sich aber durch spätere Erfahrungen als überflüssige Vorsicht erwies.

Die Widerlagsplatten, welche die Bestimmung haben, die Tragrippen mit den Pfeilern zu verbinden, sind in den Figuren 24 bis 30 mit allen Einzelheiten dargestellt. Dieselben bestehen aus den Grund- und Hauptplatten; erstere wurden in Cement, letztere in Eisenkitt versetzt.

Die Verspannung der fünf Rippen eines jeden Brückenfeldes wurde theils durch gerade, theils durch schräge Bänder bewirkt, wie aus der rechten Hälfte der Fig. 4 im Ganzen, und aus den Figuren 5 und 31 bis 38 im Einzelnen deutlich zu entnehmen ist. Die geraden Bänder sind entweder hohle gusseiserne Cylinder (h, h), welche die Rippen aus einander halten, oder schmiedeiserne Querbolzen (g, g), welche die Rippen zusammenziehen, während die schrägen Bänder (m, m) gusseiserne Schienen von dem Querschnitte q in Fig. 32 sind. An die Stemmrohre h, h sind viereckige Füsse (l, l) gegossen, mit welchen sie sich gegen die auf den Rippen angebrachten Lager- und Kragstücke stützen. Die schrägen Bänder wurden mit Schraubenbolzen an die in Fig. 33 in der Ober- und Seitenansicht dargestellten gusseisernen Böcke (n, n), welche ihrerseits mit den Kragstücken verschraubt sind, befestigt. Zur weiteren Versinnlichung der Befestigung der Bänder an den Kragstücken der Rippen ist in Fig. 23 ein Durchschnitt derselben nach der Linie MN (Fig. 31 und 32) gezeichnet.

Die Ausfüllung des Raumes zwischen den Bogen-schenkeln und den Strassenträgern der Fahrbahn wurde durch gusseiserne Ringe (R, R) bewirkt, deren Durchschnitte und Seitenansicht in den Figuren 8 bis 10 dargestellt sind. Die Nuthen der Einkehlungen (o, o) dienen einerseits dazu, die Ringe über den Kragstücken der Bogenrippen aufzustellen, andererseits die zur Verbindung mit den Strassenträgern dienenden Holzstücke (p, p, Fig. 12) aufzunehmen. Die Durchmesser und Formen dieser Ringe ändern sich mit ihrem Abstände vom Scheitel des Bogens, in dessen Nähe sie sogar in ganze und halbe massive Cylinder übergehen. Die Entfernung der Ringe von einander und ihre feste Stellung in der Richtung des Bogens wird durch gusseiserne Bindestücke (r, r), welche mit den Ringen durch einen Splintbolzen (s, s) verbunden sind, bewirkt. Die Ringe stehen, wie Fig. 8 und 10 zeigen, nicht unmittelbar auf den Rippen, sondern mittelbar durch plattenförmige Federn (u, u) von 8<sup>cm</sup> Dicke, 4<sup>cm</sup> Breite und einer den Durchmessern der Ringe entsprechenden Länge. Diese Federn sind zu beiden Seiten des Rings auf kleine Cylinder (v, v) aufgerollt, damit der Druck des Ringes nicht bloß auf eine einzige Stelle der Rippe, sondern auf drei Punkte derselben stattfindet. Ebenso wurde oben auf dem Ringe der Druck der Strassenträger durch die Holzstücke p, p zu vertheilen gesucht; und damit die Ringkanten sich nicht in diese Träger eindrücken

konnten, wurden zwischen beide die Blechplatten ( $t, t$ ) eingeschoben. Die Seitenverschiebung der Ringe aller fünf Rippen wird auf die in den Figuren 17 und 18 dargestellte Weise durch quadratische Eisenstangen ( $w, w$ ) von 5<sup>cm</sup> Dicke verhindert.

Die Brückenbahn zerfällt in die Fahrbahn und die Fusswege. Ihre Construction geht zur Genüge aus Fig. 1 bis 5 in Verbindung mit Fig. 8 bis 11 hervor. Jeder der fünf Strassenträger ist aus zwei neben einander befindlichen und zusammengeschraubten Lagen eichener Balken ( $z, z$ ) zusammengesetzt. Auf diese Träger sind 42 Querschwellen ( $a, a$ ) von gleichem Holze durch Kämme und Bolzen befestigt. Diese Schwellen werden durch eiserne Windruthen ( $\beta, \beta$ ), deren Details in Fig. 34, 36, 38 dargestellt sind, zusammengehalten. Fig. 34 zeigt die Verbindung zweier Schienen unter sich, Fig. 36<sup>a</sup> ein Mittelstück und 36<sup>b</sup> ein Endstück derselben. Durch die Löcher  $\gamma$  und die Querschwellen  $a$  geht der Bolzen  $\delta$ , um die Windruthen an letzteren zu befestigen. Ueber den Querschwellen liegt eine doppelte Bedielung und hierauf eine Kieslage für die Fahrbahn. Die unteren Bohlen sind aus Eichen- und die oberen aus Föhrenholz. Beide sind mit Nägeln befestigt und mit Theer getränkt. Die Dielen der Fusswege sind ebenfalls aus Eichenholz und unten getheert. Eiserne Abweiser ( $\epsilon, \epsilon$  Fig. 5 und 6) schützen sie vor dem Anstoss der Fuhrwerke und ein Geländer von gleichem Materiale gibt ihnen einen passenden Abschluss nach der Stirnseite, der noch durch ein an die Längsbalken  $\eta, \eta$ , die Querschwellen  $a, a$  und die Strassenträger  $z, z$  befestigtes und in Fig. 1 in der Seitenansicht gezeichnetes Gurtgesimse gehoben wird.

Die Verbesserungen, welche das hier beschriebene Brückensystem in Folge neuerer Bauten durch Polonceau selbst erfahren hat, finden sich nach einer Notiz des letzteren auf Seite 73—89 des Jahrgangs 1845 der Förster'schen Bauzeitung zusammengestellt. Wir heben daraus nur hervor, dass der elliptische Querschnitt der Röhren zwar beibehalten, aber, um eine grössere Steifigkeit zu erzielen, der rechteckigen Form mehr genähert wurde; ferner dass der Holzbogen, dem man früher eine sehr grosse Wirkung zuschrieb, bei den später gebauten Brücken weglieb, da die Erfahrung lehrte, dass er die Festigkeit des Röhrenbogens fast um Nichts erhöhte; endlich dass die zur Verspannung der Tragrippen dienenden geraden und schrägen Bänder nicht mehr an den Längensflanschen der Röhren, als den schwächsten Theilen derselben, sondern an Backenstücken angebracht werden, welche in der Mitte der Röhren an diese festgeschraubt sind. Für Eisenbahnbrücken gibt Polonceau den Rath, nicht nur das Verhältniss der Pfeilhöhe zur Spannweite von  $\frac{1}{10}$  auf  $\frac{1}{8}$  zu erhöhen, sondern auch den Röhrenstücken, wie schon Reichenbach that, Stossflanschen zu geben, die Bolzen der letzteren jedoch erst dann anzuziehen, wenn die der Längensflanschen schon

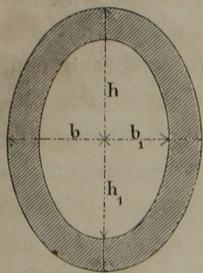
angezogen sind und keine Verschiebung der Röhrenstücke mehr stattfindet.

Das Lehrgerüste, welches zum Aufstellen der Holzbögen der Carrousselbrücke diente, und von dem in den Figuren 39 und 40 Ansicht und Querschnitt dargestellt sind, gibt sich durch seine einfache und zweckmässige Anordnung als ein Meisterstück von Holzconstructions zu erkennen, das für ähnliche Zwecke nachgeahmt zu werden verdient. Man kann sich leicht überzeugen, dass man es hier mit einem vereinigten Spreng- und Hängwerk zu thun hat, das seine Stützpunkte auf beiden Pfeilern und Jochen findet, welche die Längsbalken  $a, a$  unmittelbar tragen und den Streben  $b, b$  feste Stützpunkte gewähren. Die Bänder  $c, c$  verhindern das Biegen der langen Strebhölzer. An das aus den Verbandstücken  $a, b, c$  zusammengesetzte Sprengwerk sind mittelst der Zangen  $d, d$  die Balken  $e, e$  aufgehängt, welche den eigentlichen Lehrbogen bilden, auf dem die Tragrippen  $r, r$  mittelst Holzklötzen  $k, k$  ruhen. Um die sechs Rippen des Gerüstes unter sich fest zu verbinden, sind Querbalken, Zangen und Windruthen auf die aus der Zeichnung genügend klar hervorgehende Weise angebracht.

Das Lineal, welches die Figuren 41 bis 44 abgebildet zeigen, war aus doppelten Brettstücken von je 4<sup>m</sup> Länge zusammengesetzt und hatte die Länge eines Brückenfeldes. Es diente zur Erzielung der grösstmöglichen Uebereinstimmung der Abmessungen sowohl bei der Anlage der Pfeiler als bei Ausführung der Holz- und Röhrenbögen. Zu diesem Ende war es zerlegbar und konnte daher, nachdem es für das Mauerwerk benützt war, auf den Werkplatz der Zimmerleute und von hier aus in die Eisengiesserei geschickt werden. Ausserdem wurde dieses 48<sup>m</sup> lange Lineal noch dazu benützt, zu untersuchen, ob das Holz in der Richtung seiner Fasern durch Wärme und Feuchtigkeit so merkliche Veränderungen erleide, dass darauf bei den Holzbögen Rücksicht zu nehmen sei. Diese Aenderungen, welche der an dem einen Ende angebrachte Zeiger  $z$  kundgab, betrug aber kein Zehntausendstel der ganzen Länge und kamen daher bei der Ausführung der genannten Bögen nicht in Anschlag. —

Zur Berechnung der Dimensionen der Bögen gusseiserner Röhrenbrücken hat Ardant in dem auf Seite 70 bereits genannten Werke gleichfalls die nöthigen Formeln entwickelt. Wir geben dieselben, welche Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Zulässigkeit der früher vorgeschlagenen Berechnungsweise gusseiserner Tragbögen bieten, hier unter Hinweis auf die bei den hölzernen Bogensprengwerken gemachte Bemerkung über Stabilitätsuntersuchungen derartiger Bauwerke und unter der Voraussetzung, dass die Grössen  $x_0, y_0, r, \varphi, v, v_1, \dot{P}$  und  $\dot{H}$  dieselbe Bedeutung beibehalten sollen, welche ihnen auf Seite 70 für Holzbögen beigelegt wurde. Für Bögen aus Gusseisen, deren Querschnitt von zwei Ellipsen begrenzt ist, soll ferner bezeichnen:

$b$  und  $b_1$  die wagrechten Halbxen dieser Ellipsen,  
 $h$  und  $h_1$  die lothrechten Halbxen derselben,



$\beta$  die grösste Druckspannung, welche die  
 Flächeneinheit des Bogenquerschnitts  
 auf die Dauer erträgt ( $500^k$  für  $1 \square^{cm}$   
 Gusseisen oder Schmiedeisen), und  
 $\varepsilon$  den Elasticitätsmodul des Röhren-  
 materials, welcher nach Ardant auf  
 $1 \cdot 200 \cdot 000^k$  für  $1 \square^{cm}$  Guss- oder  
 Schmiedeisen angenommen werden  
 kann.

Für gedrückte Bögen, welche hier ausschliesslich ver-  
 wendet werden, findet sich:

- 1) der Horizontalschub am Bogenanfange

$$\dot{H} = \frac{1}{2} r \dot{P}, \text{ und}$$

- 2) die Beziehung zwischen Querschnitt und Belastung:

$$bh^3 - b_1 h_1^3 = \frac{\dot{P}}{2\beta\pi} \left( \nu \frac{bh^3 - b_1 h_1^3}{bh - b_1 h_1} + \frac{1}{6} r \nu_1 h \right).$$

Folgendes Beispiel wird unter Berücksichtigung der  
 früher gegebenen Erklärungen die Anwendung dieser For-  
 meln erleichtern.

Eine gusseiserne Röhrenbrücke von der auf den Blät-  
 tern 46—48 dargestellten Form bestehe aus Bögen von  
 $48^m$  Weite,  $4,9^m$  Pfeilhöhe und einem elliptischen Quer-  
 schnitt. Die Gesamtlast, welche ein solcher Bogen zu  
 tragen hat, sei  $50 \cdot 000^k$ . Es fragt sich, wie gross der  
 elliptische Querschnitt sein muss, damit der Bogen diese  
 Last mit Sicherheit trägt, vorausgesetzt, dass die Halb-  
 axe  $b_1 = \frac{8}{9} b$ ,  $h_1 = \frac{8}{9} h$ , also  $b_1 h_1 = 0,79 bh$  und  $b_1 h_1^3 =$   
 $0,624 bh^3$  angenommen wird.

Hier ist  $x_0 = 24^m$ ,  $y_0 = 4,9^m$ , folglich  $\frac{x_0}{y_0} = 4,89$   
 oder 5; daher  $\nu = 2,66$  und  $\nu_1 = 0,053$ . Ferner ist  
 $\dot{P} = 50 \cdot 000^k$ ,  $\beta = 5 \cdot 000 \cdot 000^k$  pr.  $\square^m$  und  $r = 61^m$ .

Wenn diese Werthe in die beiden obigen Formeln  
 eingesetzt werden, so ergibt sich

- 1) der Horizontalschub eines Bogens  $\dot{H} = 66500^k$  und  
 2) das Product

$$bh^2 = 0,02h + 0,0024.$$

Von den zwei Unbekannten  $b$  und  $h$  muss eine ange-  
 nommen werden, wenn die andere aus der letzten Gleichung  
 hervorgehen soll. Nehmen wir  $b = 0,15^m$ , so wird  $h = 0,21^m$   
 und nach den vorhergehenden Annahmen  $b_1 = 0,133^m$ ,  
 $h_1 = 0,1875^m$ . Der wagrechte Durchmesser der Röhre  
 würde somit  $0,3^m$  und der lothrechte  $0,42^m$  betragen. —

Die Querschnittsfläche im Scheitel bestimmt sich  
 hieraus zu  $206 \square^{cm}$ . Hätte man die zulässige mittlere  
 Pressung wie auf Seite 134 bestimmt, so wäre

$$\beta_m = 0,062 \cdot 4800 + 2,3 \cdot \frac{6100}{490} = 326^k$$

erhalten worden.

Mit diesem Werthe von  $\beta_m$  wird aber ferner:

$$F = \frac{\dot{q} l^2}{8h \cdot \beta_m} = 188 \square^{cm},$$

somit also ein Unterschied von  $18 \square^{cm}$  gegen die andere  
 Berechnungsweise, der in Anbetracht der grossen Ab-  
 weichungen der Werthe von  $\beta$  bei verschiedenen Brücken-  
 constructionen als relativ gering zu bezeichnen ist. —

Blatt 49 und 50.

### Blechbogenbrücke über die Aare bei Olten.

Trotzdem man längst dahin gekommen war, bei  
 Gitter- und Fachwerkbrücken auch zu den gedrückten  
 Constructionstheilen ausschliesslich Walzeisen anzuwenden,  
 wurde doch erst im Jahre 1855 eine Brücke vollendet,  
 bei welcher das genannte Material zur Bildung eines  
 Druckbogens nach Art der Steingewölbe oder ent-  
 sprechend den schon im vorigen Jahrhundert ausgeführten  
 gusseisernen Brückenbögen benützt wurde.

Es war dies nämlich die Stadthausbrücke (Pont  
 d'Arcole) in Paris, deren Erbauer Oudry sofort das be-  
 zeichnete Constructionssystem mit grosser Kühnheit aus-  
 beutete. Die einzige Oeffnung der  $20^m$  breiten Brücke  
 hat eine Spannweite von  $80^m$ , während die Pfeilhöhe der  
 12 Bogenrippen nur  $\frac{1}{10}$  jener Spannweite beträgt. Die  
 zur unmittelbaren Aufnahme der macadamisirten Fahr-  
 bahn und der asphaltirten Fusswege dienenden horizon-  
 talen Gurtungen sind mit Barlowschienen abgedeckt, mit  
 den Widerlagern verankert und übertragen die Verkehrs-  
 last durch ein aus Walzeisen gebildetes Dreiecksnetz auf  
 die Bögen, ohne dass jedoch eine fachwerkartige Ver-  
 bindung der letzteren mit den horizontalen Gurtungen  
 anzunehmen ist. Bei der Berechnung des Bogenquer-  
 schnittes soll eine zulässige Anspruchnahme von  $600^k$   
 pr.  $\square^{cm}$  zu Grund gelegt worden sein. —

Rasch folgten diesem grossartigen Bauwerk ähnliche,  
 meist mit erheblich geringeren Spannweiten, — so die  
 auf den Blättern 49 und 50 dargestellte Brücke über die  
 Aare bei Olten in der Schweiz (1856), dann die von  
 Cesanne ausgeführte Theissbrücke bei Szegedin (1858) mit  
 8 Oeffnungen à  $42,34^m$  Spannweite und  $\frac{1}{8}$  Verdrückung,  
 deren Pfeiler die ersten waren, welche diesseits des Rheins  
 nach der pneumatischen Methode fundirt und aus Eisen  
 hergestellt wurden, während zugleich an dem Oberbau  
 das Bogenfachwerksystem zuerst in grösserem Maassstabe  
 ausgeführt erscheint.

Die interessanten Beobachtungen, welche an dieser  
 Brücke über die bei Bogenconstructionen besonders zu  
 berücksichtigenden Einwirkungen der Temperaturverände-  
 rungen angestellt wurden, scheinen die Veranlassung ge-  
 geben zu haben, dass Blechbögen von nun an meistens  
 mit Kämpfercharnieren ausgeführt wurden, wie dies zu-  
 erst von den französischen Ingenieuren Couche und Salle  
 bei dem Bau einer  $45,2^m$  weiten schiefen Bogenbrücke  
 über den Canal von St. Denis geschah. Mit solchen Char-  
 nieren am Auflager, welche ganz besonders die Sicherheit  
 der Berechnung und der statischen Wirkungsweise der