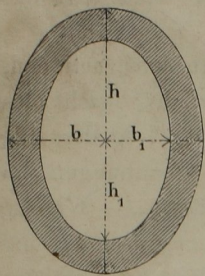


$b$  und  $b_1$  die wagrechten Halbxen dieser Ellipsen,  
 $h$  und  $h_1$  die lothrechten Halbxen derselben,



$\beta$  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 Bogenanfang

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

- 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

einzelnen Brückentheile erhöhen, wurde in Deutschland zuerst die von Hartwich ausgeführte und mit Recht wegen ihrer bedeutenden Dimensionen und ihrer mit der romantischen Umgebung trefflich harmonirenden Gesamtwirkung gerühmte Rheinbrücke bei Coblenz versehen, welche im Jahre 1864 vollendet wurde und drei Oeffnungen von je  $96,65^m$  Weite und  $8,78^m$  Pfeilhöhe besitzt.

Abweichend von dem Systeme des Bogenfachwerks werden hier die Verkehrslast und das Gewicht der Fahrbahnconstruction blos durch senkrechte Stützen auf die drei Bogenrippen übertragen und sind diese nach Art der hölzernen Cascadebrücke in Nordamerika als gebogene Fachwerkträger angeordnet.

Theils vor, theils nach der Coblenzer Brücke wurden noch mehrere, jedoch weniger bedeutende Blechbogenbrücken erbaut, von denen nur in Kürze die Rheinbrücke zu Constanz, die Brücke über die Ruhr in Mülheim und die über die Drau bei Marburg erwähnt werden sollen.

Eine interessante Neuerung, welche schon Anfangs der sechziger Jahre in Vorschlag gebracht wurde, fand 1865 zuerst bei der Unterspreebrücke in Berlin Anwendung, indem dieselbe auch in ihrem Scheitel mit einem Charniere versehen wurde. Bald darauf wandte man dieses mit einigem Misstrauen betrachtete System bei zwei französischen Bogenbrücken, worunter eine mit  $42^m$  Spannweite, an, und auch Gerber hat an einem eisernen Stege bei Hohenschwangau vor einigen Jahren von dieser Anordnung modificirten Gebrauch gemacht. Die volle Bestätigung über die Zweckmässigkeit der Scheitelcharniere muss jedoch erst der nächsten Zukunft überlassen werden. —

Von den verschiedenen in Obigem erwähnten Blechbogenbrücken findet sich die über die Aare bei Olten auf Blatt 49 und 50 dargestellt, und geben wir in Folgendem zunächst die wenigen Notizen, welche in der „Sammlung von Zeichnungen zu Brücken und Thalübergängen der schweizerischen Centralbahn“ den von Eitzel herausgegebenen Originaldarstellungen beigelegt sind.

Die 1856 vollendete, für Doppelbahn gebaute und in einem Gefälle von  $18\frac{0}{100}$  liegende Brücke hat drei gleich weite Oeffnungen von  $31,5^m$  Spannweite, deren Scheitel des erwähnten Gefalles wegen bezw.  $6,0$ ,  $5,35$  und  $4,7^m$  über den in einer Horizontalen befindlichen Kämpferlinien liegen. Die Pfeilerstärke, in derselben Horizontalen gemessen, beträgt  $4,5^m$ .

Als Gewicht des in eigener Regie der Bahnverwaltung ausgeführten eisernen Oberbaues finden sich angegeben an Gusseisen  $23^T$ , an Schmiedeeisen  $389^T$ , wonach, bei der Annahme einer gleichmässigen Vertheilung, pro Meter und Geleise  $2180^k$  treffen. Ferner ist bemerkt, dass die Foundation der Widerlager durch mit Spundwänden umfasste Betonschichten, die der Pfeiler durch Senkkästen auf Pfahlrost bewerkstelligt wurde, und dass die Kosten der Gründungsarbeiten ca.  $70000$ , die des ge-

sammten Mauerwerks  $231000$ , und die des eisernen Oberbaues  $299000$  Fres betragen. —

Ueber die Anordnung des letzteren lässt sich aus den Zeichnungen Folgendes entnehmen.

Die Brückenträger bilden reine Bogenconstructionen, auf welche die Verkehrslast und das Fahrbahngewicht blos durch verticale Stützen übertragen werden, so dass alle horizontalen und sonstwie gerichteten Spannungen im Bogen selbst zum Ausgleich gelangen müssen. — Wie die Querschnitte Fig. 2, 3, 6 und 7 erkennen lassen, sind fünf Bögen angeordnet, einer in der Mitte der ganzen Fahrbahn, je einer unter den Geländern und je einer unter der Mitte der beiden Geleise. Jeder Bogen ist gebildet durch zwei verticale, concentrisch geformte und etwa  $15^m$  von einander im Lichten abstehende Blechtafeln a, a, an welche sich oben und unten je zwei Winkel-eisen b, b ansetzen. Auf das untere Winkel-eisenpaar ist eine Deckplatte genietet. — Der erwähnte Abstand von  $15^m$  wird durch drei hochkantig gestellte Flacheisen c, c gesichert, von denen eines in halber Höhe des Bogens durchläuft, während die beiden anderen in der Verticalprojection durch die Winkel-eisen gedeckt werden. Von jedem Ansatzpunkte einer verticalen Stütze radial abgehend sind in jenem Zwischenraume noch die Bleche d, d eingeschaltet und an dem 2., 4. und 6. solchem Bleche, von jedem Auflager an gerechnet, legen sich, ebenfalls in radialer Stellung, die Versteifungsbleche e, e (Fig. 6) zwischen sämmtliche Bögen, dieselben zu einem festen Ganzen verbindend.

Die schon mehrfach erwähnten verticalen Stützen f, f zwischen Bogen und Fahrbahn sind aus je vier, etwas aus einander gehaltenen Winkel-eisen gebildet und umfassen einerseits die in der halben Höhe einer jeden Stütze dieselben versteifenden Flacheisen g, g, andererseits die Diagonalbänder m, m und die wagrechten Verbindungsschienen n, n, welche die Bänder g, g kreuzen.

In ähnlicher Weise wie die Bögen sind die horizontalen Fahrbahnträger h, h construiert, doch enthalten dieselben in ihrem Hohlraume zwischen den beiden verticalen Blechen ihrer geringeren Höhe wegen keine Zwischenschiene (c), und ist hier auf das obere Winkel-eisenpaar eine Deckplatte aufgesetzt.

Correspondirend mit den radialen Absteifungstafeln e, e sind ferner hier senkrechte Blechwände i, i angebracht, welche in Verbindung mit den diagonalen Bändern q, q (Fig. 6) die horizontale Absteifung der Fahrbahn-tafel bewerkstelligen.

Ueber den wagrechten Gurtungen h, h liegen unmittelbar die Querschwellen k; dieselben laufen unter den beiden Geleisen continuirlich durch und sind an ihren Köpfen durch einen Blechstreifen l, l verbunden, der an gusseiserne, auch zur Befestigung der Geländersäulen dienende Aufsätze angenietet ist.

Die Auflagerung der Eisenconstruction auf den Pfeilern

und Widerlagern ist bei den Bögen durch Gusseisenplatten o o bewerkstelligt, in welche die Bogenenden etwas eingelassen sind, während die horizontalen Gurten mittelst hölzerner Mauerlatten sich aufliegen. Die Mittelschienen g g sind durch gusseiserne Ansätze p mit den Mauerkörpern verbunden. —

Blatt 51.

### Kettensteg über die Aare in Bern.

Die Hängebrücken, auf die Idee gegründet, die hauptsächlichsten der die Fahrbahn tragenden Constructionstheile nur in ihrer Zugfestigkeit zu beanspruchen und somit bei entsprechender Auswahl des Materials in billiger Weise bedeutende Spannweiten zu überdecken, bieten in constructiver und ästhetischer Beziehung so viele Vorzüge, dass ihre, wenn auch weniger in Deutschland als in anderen Staaten, ziemlich häufige Verbreitung ebenso wenig befremden kann wie das Bestreben mancher Ingenieure, das System der Hängebrücken so umzugestalten, dass es den Anforderungen unseres modernen Verkehrs genügen kann.

Wir unterlassen es, hier die constructive Weiterbildung des Systems von den ersten Anfängen, die darin bestanden, Seile über Flüsse zu spannen und daran befestigte Körbe von einem Ufer zum andern zu befördern, sodann, im nächsten Stadium, eine Brückenbahn auf diese Seile selbst aufzulegen, bis zu dem dermaligen Stande desselben zu verfolgen, und heben nur hervor, dass man je nach der Form, in welcher das Eisen für die tragenden Haupttheile in Verwendung kommt, Ketten-, Drahtseil- und Bandeisenbrücken unterscheidet. Letztere kamen nur in Frankreich zur Ausführung.

Die Drahthängebrücke über die Niagarafälle — „die Cliftonhängebrücke“ — besitzt die grösste Spannweite, welche seither überdeckt worden ist, nämlich 385,27<sup>m</sup>; dieselbe wurde im Jahre 1867 in Angriff genommen und im Jahre 1869 vollendet. Die längste Drahthängebrücke in Europa wurde im Jahre 1832 von Chaley über das Saanethal zu Freiburg in der Schweiz erbaut; dieselbe hat von Mitte zu Mitte der Tragpfeiler einen Abstand von 273<sup>m</sup>. Auf jeder Seite der 6,46<sup>m</sup> breiten Brückenbahn sind zwei Seile angeordnet, die bei einer lichten Oeffnung zwischen den Pfeilern von 265,2<sup>m</sup> einen Pfeil von 19,28<sup>m</sup> besitzen. Jedes Seil enthält zwanzig Stränge, zwölf von 56 und acht von 48 Drähten, also zusammen 1 Seil 1056 Drähte von je 7,44 □<sup>mm</sup> Querschnittsfläche und 600<sup>k</sup> Zugfestigkeit, wenn das Zerzeugungsgewicht für Draht pr. □<sup>mm</sup> zu 80<sup>k</sup> gerechnet wird. — Seit einigen Jahren besteht auch in Bayern, nämlich in Passau, ein Drahtseilsteg über die Donau, welcher auf Kosten einer aus Passauer Bürgern gebildeten Gesellschaft hergestellt worden ist und bei einer Spannweite von 127,4<sup>m</sup>, einem Pfeil von 5,8<sup>m</sup> und einer Breite der für Fussgänger bestimmten Bahn von

2,48<sup>m</sup> in runder Summe 60000 fl an eigentlichen Baukosten und 7400 fl für Entschädigungen und dergl. erfordert hat.

Ueber die Hängebrücken entnehmen wir dem Werke Dr. Heinzerling's „die Brücken in Eisen“ noch nachfolgende geschichtliche Notizen.

Die erste für Eisenbahnbetrieb erbaute, zur Verbindung der New-York-Centraleisenbahn und der grossen Westbahn in Canada bestimmte Drahthängebrücke über den Niagara hat eine Spannweite von 250,34<sup>m</sup> und wurde im Jahre 1855 dem Verkehre übergeben. Diese Brücke besitzt zwei Fahrbahnen, eine obere für eine eingleisige Eisenbahn, und eine untere für Strassenfuhrwerke bestimmte, welche an zusammen vier Kabeln aufgehängt sind. Diese Fahrbahnen sind unter sich, um eine gleichmässige Anspruchnahme der vier Drahtseile zu erzielen, durch Gitterwände aus Holz und Eisen verbunden, während zur Vermehrung der Steifigkeit von den Auflagerpuncten der Kabel aus Hängestäbe fächerartig nach den Brückenbahnen geführt, ebenso, zum Schutze gegen Windstösse, im Uferfelsen befestigte schräge Zugseile mit der Brückenbahn in Verbindung gebracht sind.

Die grösste aller bekannten Kettenbrücken ist die von Brunel für Fussgänger erbaute und im Jahre 1845 vollendete Charingcross- oder Hungerford-Brücke über die Themse in London, welche drei ganze Kettenbögen von 206,2<sup>m</sup> Spannweite und 15,2<sup>m</sup> Pfeilhöhe in der Mitte und zwei halbe Kettenbögen von 103,48<sup>m</sup> Weite besitzt. Die Mittelöffnung der Pesth-Ofener Donaukettenbrücke hat von Mitte zu Mitte der Stützpfeiler einen Abstand von 202,99<sup>m</sup> bei 14,5<sup>m</sup> Krümmungspfeil, während die Seitenöffnungen dieser Brücke eine Länge von je 90,83<sup>m</sup> und 18,29<sup>m</sup> Pfeilhöhe besitzen. —

Nachdem man zur Verminderung der starken, bei ungleichen Belastungen auftretenden Verticalschwankungen der Hängebrücken mit Erfolg versteifte Kettenwände angewendet hatte, wie dies bei der, in den Jahren 1842 bis 1845 zur Ausführung gekommenen Brücke über den Neckar bei Mannheim, ebenso auch bei der im Jahre 1844 erbauten Kettenbrücke über die Aare in Aarau der Fall war, fanden solche Hängebrücken mit versteiften Kettenwänden für den Eisenbahnbetrieb an der im Jahre 1859 begonnenen und im Jahre 1860 eröffneten Kettenbrücke über den Donaucanal zu Wien eine weitere Verwendung. Diese zweigleisige Kettenbrücke hat eine Spannweite von 83,42<sup>m</sup> und eine Pfeilhöhe von 4,21<sup>m</sup>.

Für den Eisenbahnverkehr werden Hängebrücken, trotz Aussteifungen der Tragwände der Fahrbahn und der Ketten selbst, nur in ganz besonderen Fällen und als Nothbehelf Verwendung finden können, und auch bei gewöhnlichen Strassenbrücken wird trotz aller Verbesserungen eine besondere Vorliebe für dieses System bei uns nicht Platz greifen. Vollkommen gerechtfertigt dürfte es dagegen erscheinen, für Stege, welche ausschliesslich dem