



# **Die Zimmerwerks-Baukunst in allen ihren Theilen**

**Romberg, Johann Andreas**

**Leipzig, 1847**

Tafel 162.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-63572](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-63572)



arten mit zu großem Leichtsinne angewendet und danach Bauwerke errichtet wurden, die gleich nach ihrer Beendigung bedeutende Reparaturen erforderten oder wohl gar einstürzten, ist eine Erfahrungssache und bedarf keiner weiteren Versicherung. Es sind dies aber Ausnahmen, wie sie bei jeder guten, noch nicht ganz allgemein durchgeführten Erfindung vorkommen; im Ganzen aber verdienen die amerikanischen Zimmerwerkssysteme die beste Anerkennung und es werden in denselben seit ihrem Entstehen immer mehr Verbesserungen erdacht, welche zur größeren Vollkommenheit führen."

**F. 1007.** Patent: Bock-Brücke des Herrn Howe, welche zu Springfield im Staate Massachusetts über den Connecticut-Fluß erbaut wurde. Die Spannung einer Durchlaßweite dieser Brücke beträgt 180 Fuß und es hat das ganze Zimmerwerk von der unteren Kante der Längenschwellen bis zur oberen Kante der Setzen 18 Fuß Höhe. Jeder Bock wird 1) durch ein System von Hauptstreben aa, von weißem, 7 Zoll im Quadrat starken, Fichtenholze gebildet, welche Streben sich von den Pfeilern gegen den Mittelpunkt der Spannung neigen und an den Längenschwellen und den Rahmen sich gegen weisse Schultern ee stützen, die in die Letzteren, 2 Zoll tief, eingelassen sind; 2) durch Gegenstreben bb von gleichen Dimensionen, welche sich nach der entgegengesetzten Richtung hinneigen, zwischen jedem Paar der Hauptstreben durchgehen und ebenfalls sich gegen die weisse Schultern stützen. Die Längenschwellen und Rahmen bestehen aus Brettern, welche im Ganzen sechs horizontale Balken, jeder von 7 und 10 Zoll Stärke, bilden.

Der ganze Bock wird durch die eisernen Stangen ee fest zusammen verbunden; sie haben 2 Zoll im Durchmesser und gehen durch die Haupt- und Gegenstreben, so wie durch die Schultern durch und haben unter den Längenschwellen und Sattelholzigen Schrauben mit Schraubenmutter. Diese hängenden Stangen dienen statt der gewöhnlichen Hängsäulen und halten die unteren Längenschwellen, auf welchen die Träger f ruhen. Bei der gedachten Spannung von 180 Fuß hatte die Brückenbahn während des Darübergehens einer Locomotive nach den angestellten Messungen nur eine Biegung von  $\frac{1}{4}$  Zoll.

Einige der Hauptvorteile dieses Systems sind, daß der Druck auf die Endsäulen der Haupt- und Gegenstreben ihrer Länge nach wirkt, und daß dadurch weniger Gefahr der Senkung vorhanden ist, als bei Lattenbrücken, bei welchen der Druck auf die Plöcke oft ein Spalten der Latten an den Enden hervorbringt; ferner sind auch diese Brücken weniger dem schnellen Verfall unterworfen, wie Lattenbrücken (wo die Latten mit einander in Berührung kommen), da die Luft zwischen den Haupt- und Gegenstreben frei circuliren kann.

In einer Brücke von 180 Fuß Spannung sind bei Howe's Bockstellen 28,636 Längfuß Bretter enthalten. Diese Quantitäten von Holz sind bei beiden Brücken resp. bloß für die Böcke oder tragenden Theile berechnet worden, wo die Tiefe der Böcke von Howe 180 Fuß war. In Howe's Bockbrücken ist die nachstehende Quantität Eisen enthalten, während bei den Lattenbrücken gar kein Eisen gebraucht wird; nämlich ungefähres Gewicht von Eisen in den Stangen und Muttern einer von Howe's Bockbrücken von 180 Fuß Spannung 21,100 Pfd. ungefähres Gewicht der transversen Kopfbänder 700 =

zusammen 21,800 Pfd.

Die gewöhnlichen Kosten des Ueberbaues einer bedeckten Eisenbahnbrücke nach dem obigen Plan mit langer Spannung für ein einzelnes Eisenbahngeleise sind mit Einschluß aller Materialien und Arbeitslöhne ungefähr 22 Dollars (c. 30 Thlr. preuß. Cour.) pr. laufenden Fuß."

Wir brauchen nicht hinzuzufügen, daß in unserer Zeichnung die beiden Pfähle näher an einander gerückt sind.

**F. 1008.** Brücke bei Ottershausen. A Längendurchschnitt eines Brückensfeldes nach der Linie a b c d e f. B Querdurchschnitt. C Grundriß eines Brückensfeldes. Wir kommen auf die Beschreibung dieser Brücke bei Fig. 1014 zurück.

### Tafel 162.

**F. 1009.** Brücke über den Inn zwischen Fünsterminz und dem Dorfe Pfunds. A Ansicht und Längendurchschnitt der

Brücke nach der Linie a b c d. B Grundriß der Brücke. C Durchschnit nach der Linie C C. D Querdurchschnitt nach der Linie D D. E Querdurchschnitt nach der Linie E E in Fig. B.

**F. 1010.** Halbe Ansicht der Flachbrücke.

**F. 1011.** Brücke über den Umfangscanal zu St. Petersburg auf der von St. Petersburg nach Barskoe Selo und Pawlowsk führenden Eisenbahn in der halben Seitenansicht. Die Spannweite der Brücke ist 12 Faden oder 84 engl. Fuß, ihre Höhe vom Wasserspiegel bis zur Oberfläche der Schienen 17 Fuß, ihre Breite, parallel zu den Widerlagern gemessen, 40 Fuß für ein doppeltes Geleise berechnet. Die sehr starken von außen mit Granitquadern verkleideten Widerlagsmauern ruhen auf pilotirten Rosten. Der Oberbau der Brücke besteht aus sieben Bogen, zusammengesetzt aus dreifach über einander gelegten segmentartig gebogenen Holzern a, deren Stoßfugen sich brechen und die mittelst Schraubenbolzen fest mit einander verbunden sind; aus den Langhölzern b, welche mittelst der Zangen f mit den Bogen verbunden sind und von denselben unterstützt werden; dann aus den Querbölgern gg, welche 3 Fuß von einander liegend mit einer doppelten Bohlenreihe überdeckt sind. Die Bogen ruhen unten in gußeisernen, eingemauerten Kästen; die Zangen, welche unten die Bogen, oben die horizontalen Langhölzer umfassen, sind alle in der Richtung der Radien des Bogens geneigt, und die Lateralverbindung der Bogen selbst ist durch die doppelten Hölzer e e, welche sowohl auf den Bogen als auf den Zangen überblattet sind, bewirkt. Endlich sind noch die Streben d angebracht, welche mit den auf denselben und auf dem Mauerwerk ruhenden horizontalen Holzern c die Langhölzer auf jeder Seite auf 14 Fuß Weite unterstützen. Im Uebrigen ist die Construction deutlich aus der Zeichnung zu ersehen. Der Bau dieser Brücke wurde im Frühjahr 1836 begonnen und im darauf folgenden Winter beendigt. Die Kosten ihrer Herstellung beliefen sich auf 125,000 Rubel Ass., wozu noch die Auslagen für ein Geländer kamen.

**F. 1012.** Brücke über die Roth bei Neuhaus. Die Figuren 1009 bis 1012 sind Brücken, aus gekrümmten Holzern zusammengesetzt, wie deren viele in Baiern unter dem Namen Wiebekingsche Bogenbrücken ausgeführt worden sind. In der Denkschrift von Hermenegild Francesconi sind die Brücken aufgezählt welche nach diesem System ausgeführt wurden. Bekanntlich sind, in Baiern namentlich, viele dieser Brücken bald in Verfall gerathen und einige sogar ganz abgetragen worden. In dem angeführten Werke heißt es: „Mitter von Wiebeking baute die Freysinger Bogenbrücke über die Isar mit drei auf Mitteljochen ruhenden Bogen, von denen jeder 110 Fuß Spannweite hatte. Einige Jahre hernach wurden die Bogen als baufällig erkannt und mit Zwischenjochen versehen, welche jedoch bei einem Hochwasser weggeschwemmt wurden. Obwohl bei dieser Stützung die Bogenhölzer ihre Form verloren, so war es doch mittelst der gleichwohl verspäteten Reparatur möglich, außer dem gewöhnlichen Fuhrwerke auch die dort garnisonirende Cavallerie ohne Gefahr hinüber passieren zu lassen, bis man später die Brücke wieder unterfangen hatte.

Bei der Bogenbrücke über die Roth bei Schärding von 210 Fuß Spannung wurden acht Jahre nach ihrer Erbauung ebenfalls Zwischenjochs für unvermeidlich gehalten. Der Passauer Districtsingenieur v. Frank machte indeffen die Vorstellung, daß dieselbe mit einer Ausgabe von ungefähr 3000 fl. noch länger benutzt werden könne. Nach mehreren Debatten ward endlich diese Reparatur vorgenommen, und die Brücke hielt sich noch zehn Jahre ohne einer weiteren Stütze bedurft zu haben.

Wenn man von Rempten nach Innsbruck fährt, trifft man in Baiern bei Füssen eine neue Bogenhängbrücke an der Stelle der früheren Bogenbrücke, während in Tirol unweit Reuti eine Wiebekingsche Bogenbrücke mit Kreuzrippen noch immer in gutem Stande ist. — Eben so wird bei Ruffstein noch die unter Wiebeking hergestellte Bogenbrücke mit drei Bogen in guter Brauchbarkeit erhalten.

Bei Dillingen findet man noch eine von dem k. Reglementsbaurathe Bepfisch im Jahre 1822 aus Eichenholz über die Donau erbaute musterhafte Bogenbrücke, welche auch in Betreff der Erhaltung nichts zu wünschen übrig läßt. In Tirol bestehen gleichfalls mehrere Brücken dieser Art, und befriedigen



in Betreff ihrer Solidität vollkommen; einige hingegen wurden auch in Tirol gestützt und neu gebaut. Sonst sind aber in Baiern deren beinahe alle eingegangen, und dabei andere nach einem veränderten Systeme an ihre Stelle gekommen."

Wir theilen ganz die Ansicht des Verfassers, daß nicht in dem Principe der Bauart, sondern in andern Umständen der Grund liegt, warum die Wiebeking'schen Bogenbrücken in Baiern und anderwärts so tief im Credit gesunken sind. „Die Ursache davon," sagt derselbe, „mag außer einer vorgefaßten Meinung gegen deren Construction überhaupt, und außer der Vernachlässigung der zeitgemäßen Erhaltung, auch darin zu suchen sein, daß Wiebeking diese Brücken zu sehr vervielfältigte, wobei, um die Kosten nicht zu erhöhen, weiches Holz, hölzerne Widerlager, hölzerne Joche u. s. w. angewendet wurden, was allerdings die Erhaltung schwierig machte. Einen nicht minder bemerkenswerthen Nachtheil hat ganz sicher ein damals befolgter Grundsatz veranlaßt, nach dem in der Biegung der Hölzer gewisse Grenzen als fix angenommen wurden, bei deren Ueberschreitung man die Balken zum Tragen weniger vermögend erklärte, als die innerhalb derselben der Fall wäre; zufolge dieser irrigen Voraussetzung wurden mehrere Brücken viel zu flach angelegt. Da die Stärke solcher Bauten auf der Elasticität des Holzes beruht, diese jedoch durch die Einwirkung der Witterung sich bald vermindert, so geschah es durchgehends, daß zu flache Brücken sehr bald nachgaben, ihre ursprüngliche Form verloren und sonst Schaden nahmen. Auch wurden die Enden der Bogenrippen sowohl an den Widerlagern, als an den Mitteljochen auf Hölzer gestützt, die dem ungeheuren Drucke nicht ihre Stütze, sondern die Seiten darbieten, was bei dem dadurch bewirkten Zusammenpressen der Holzfasern eine Veränderung und daher eine große Schwächung der Bogen nach sich zog. Brücken aus gesundem, harten Holze, mit einer Bogenhöhe von  $\frac{1}{12}$  und  $\frac{1}{15}$  der Spannweite, gehörig gestützt und mit Kreuzbändern verbunden, haben sich sowohl in Baiern als in Tirol gut bewährt, weshalb die vorgebrachten Einwendungen gegen diese Bauart nur gelten, wenn bei derselben nicht die von der Erfahrung an die Hand gegebenen Vortheile angewendet werden. Diese Brücken haben jedoch zwei eigenthümliche Fehler. Der eine besteht nämlich darin, daß bei der Befahrung derselben der Bogen seine Form verliert, so zwar, daß, wenn die Last auf dem einen Schenkel der Brücke sich befindet, der andere in die Höhe geht, welche Beweglichkeit bei den mindesten Fehlern der Construction oder des Holzes von üblen Folgen sein kann. Eine Bogenbrücke ist im Grunde nichts anderes, als ein Gewölbe aus Holz. Steinerne Gewölbe erhalten ihre Festigkeit gegen die zufällige Belastung auch durch die Schwere des Materials, da diese Belastung nicht von solcher Bedeutung sein kann, um das Gleichgewicht der Gewölbe zu stören. Bei hölzernen Bogenbrücken hingegen steht die Leichtigkeit und die Elasticität des Holzes in einem nachtheiligen Verhältniß gegen die Belastung, so daß die Störung des Gleichgewichts durch das sichtbare Schwingen und Zittern immer zu beforgen steht, während jedenfalls die Beweglichkeit der Brücke auf die Dauer einen sehr nachtheiligen Einfluß übt. Man hat zwar diese Gebrechen der Bogenbrücken dadurch zu verbessern gesucht, daß man an dem Schenkel der Bogenbrücke schiefe Streben angebracht hat, allein dadurch wurde nur die Last an diesen Stellen vermindert, während sie eigentlich zur Herstellung des Gleichgewichts hätte vermehrt werden müssen. Besser ist man z. B. bei der Ruffsteinbrücke verfahren, indem man die Brückenbahn beschotterte. Eine solche Beschotterung oder gar eine Pflasterung, welche von der Mitte der Brücke gegen den Scheitel an Gewicht zunehmen müßte, würde für die Erhaltung des Gleichgewichts während der Befahrung, daher zur Verminderung der Schwankungen sehr nützlich sein; nur sollte dabei auf die Elasticität des Holzes, auf welcher die ganze Construction beruht, Rücksicht genommen werden. — Die Rigidität solcher Brücken läßt sich übrigens wesentlich dadurch vermehren, wenn, statt der gebräuchlichen leichten Geländer, starke, eine Art Sprengwerk bildende Hölzer angebracht werden, welche mit den Bogenrippen ein System bilden können, wo sodann, wenn auch in der Mitte der Brücke eine solche Verstärkung stattfindet, die Brücke zwei Fahrbahnen erhält.

Das zweite Gebrechen liegt in dem zu großen Bedarfe von

Baumstämmen, so wie in der Kostspieligkeit und Beschwerlichkeit der Reparaturen, welche übrigens sehr vermindert werden können, wenn, wie bei der Brücke zu Dillingen, ein Holzpflaster aus Würfeln von Eichenwurzeln und zwar so angewendet wird, daß das Wasser nicht durch die Fahrbahn dringen kann; wenn ferner die Seitenwände verschalt werden, ohne jedoch den freien Luftzug zu verhindern; endlich wenn in der Mitte der Brücke zwei Bogenrippen neben einander so gelegt werden, daß die eine Hälfte der Brücke reparirt werden kann, während auf der andern die Passage stattfindet. Eine Pflasterung mit Asphaltwürfeln würde eben so wie die Beschotterung nicht nur eine nützliche Beschwerung des ganzen Systems bewirken, sondern noch besser als hölzerne Würfel das Eindringen des Wassers verhindern. Auf jeden Fall sind aber die Bogenbrücken nur dort gut anwendbar, wo große Spannungen von 80 und mehr Fuß zu machen sind, und wo, wegen der obwaltenden Localverhältnisse, und bei dem Vorhandensein des nöthigen guten und gesunden Holzes die Kosten im Vergleich zu Stein- oder Kettenbrücken mit Rücksicht auf die Unterhaltung noch günstig ausfallen. Bei einer Lichtweite von 80 Fuß und darunter, sind die in Baiern den Wiebeking'schen Bogenbrücken substituirten Bogenhängebrücken besonders wegen der Leichtigkeit ihrer Construction und Erhaltung, dann wegen ihrer Festigkeit und Rigidität sehr zu empfehlen.

Die erste Brücke dieser Art wurde im Jahre 1845 nach der Angabe des Herrn v. Wiebeking bei Günzburg über die Donau gebaut. Sie erhielt fünf Oeffnungen von 67 Fuß Spannweite, wurde aber damals wegen anderer weit großartigerer Brücken wenig beachtet. Diese Brücke steht jetzt noch, nachdem natürlich die nothwendigen Reparaturen vorgenommen worden sind.

Im Jahre 1824 wurde bei Wasserburg über den Inn eine zweite Brücke nach demselben Principe gebaut. Bei dieser Brücke wurden die gekrümmten Hölzer der beiderseitigen Geländer beibehalten, dieselben jedoch anstatt auf einen einzelnen Ennsbaum, wie bei der Günzburger Brücke, auf zwei in einander gekämmte Balken von 14 Zoll Höhe gespreizt und das Ende dieser Bäume noch von unten durch Sattelhölzer und schiefe Streben unterstügt. Solche gespreizte Bäume wurden auch in der Mitte der Bahn angewendet, wodurch die Stabilität der Brücke sich bedeutend erhöhte. Indessen ließ man hierbei leider die bei der Günzburger Brücke trefflich angebrachten Stützen, welche das Seitwärtsausweichen der gekrümmten Balken verhindern, außer Acht; weshalb auch die Wasserburger Brücke, ungeachtet der andern sehr zweckmäßigen Verstärkungen, dennoch den Fehler hatte, daß die genannten, gekrümmten Hölzer sich nach der Seite hinbogen. Später erkannte man die Nothwendigkeit einer Vorkehrung, wie sie auch bei den später gebauten Brücken der Art in Anwendung gekommen und insbesondere bei den bairischen sogenannten Pechmann'schen Brücken vielfältig mit gutem Erfolge erprobt worden ist."

Ein Haupterforderniß der Wiebeking'schen Brücken ist das, daß die Bogenrippen sich mit ihren Enden gegen unverschiebbare Pfeiler oder Widerlager stützen. Ist diese Regel befolgt, so kann der Bogen auch flacher sein. Hat der Bogen aber eine große Krümmung, so wird er in sich selbst nie die Festigkeit haben, dem Bestreben, eine gerade Linie zu bilden, zu widerstehen. So einfach und natürlich das ist, so unbegreiflich muß es erscheinen, daß Wiebeking eine Construction, wie sie Fig. 1012 darstellt, anordnen konnte, wo die Streben ab in den schräg gelegten Schwellen h versetzt sind. Es ist um so unbegreiflicher, als hier steinerne Pfeiler, gegen welche die Bogen gestemmt werden könnten, viel billiger zu stehen kommen würden, als die ange deutete Holzconstruction, in welcher eine Unmasse von Holz verschwendet wurde. Wer da weiß, und welcher Constructeur wüßte es nicht, daß, wenn das Holz zusammentrocknet, in der angegebenen Zeichnung auch keine einzige Verbindung im Stande ist, dem Bestreben der gebogenen Träger ab, auszuweichen, Widerstand entgegen zu setzen.

Treten gebogene Träger in das Mauerwerk der Pfeiler oder in die Ufermauern, so halten wir es für zweckmäßig, wenn jeder Theil des zusammengesetzten Trägers über einander nach Fig. 1009 E überkragt und so immer unabhängig von einander ein Auflager erhält.



**F. 1013.** Schiefe Holzbrücke auf der Eisenbahn von Paris nach St. Germain, welche über die Eisenbahn unweit Anières mit dreifachen, ohnweit Chatou mit doppeltem Geleise über eine Landstraße wegführt. Beschrieben von Carl Egel in Försters Bau-Zeitung.

„Die Achse der Eisenbahn durchschneidet die Achse der Landstraße bei Anières unter einem Winkel von  $21^{\circ} 30'$ . Die lichte Breite der Durchfahrt für die Straße, senkrecht auf die Achse der letzteren gemessen, war festgesetzt auf 8,00 M., von welchen 1,00 M. zu jeder Seite für ein mit Steinplatten belegtes Trottoir entfiel, dessen Oberfläche in gleicher Höhe mit dem Scheitel der Fahrstraße und 0,10 M. über dem Rande derselben liegt. Die lichte Höhe der Durchfahrt unter dem Scheitel der Brückenbogen war festgesetzt auf 5,50 M. Eine Veränderung des Niveau der Landstraße war weder an dem erstenannten, noch an dem letzteren Orte gestattet. Von der andern Seite wurde, um eine möglichst geringe Aufschwämmung der Eisenbahn über das umliegende Terrain zu erhalten, die Höhe der Brückenconstruction über dem Scheitel des Bogens auf ein Minimum, nämlich auf 0,75 M. und mit Inbegriff der Schienenlage auf 0,86 M. festgesetzt.

Eine Holzconstruction versprach unter den angeführten Umständen überwiegende Vortheile und wurde um so mehr gewählt, als auch die größeren Brücken, welche die Eisenbahn von Paris nach St. Germain bei Anières und bei Chatou über die Seine führen, aus diesem Material constructirt wurden. Der Umstand, daß in der Gegend von Paris Nadelhölzer von bedeutenden Längen eben so theuer bezahlt werden, als Eichenhölzer von der besten Qualität, sprach für letztere Holzgattung, und da in derselben große Längen selten gefunden werden, für ein Bogensystem, ähnlich dem der Brücke von Jory und der meisten hölzernen Brücken der dortigen Gegend. Mit Rücksicht auf eine zweckmäßige Auflage der Bögen auf den Widerlagern erhob sich für erstere eine Spannweite von 21,38 M. Die Höhe der Widerlager über dem Niveau des Trottoirs wurde auf 3,00 M. und der Pfeil der Brückenbogen auf 2,50 M. festgesetzt.

Die Widerlager der Brücke sind auf eine 1,30 M. hohe Schicht von Beton gegründet und in gewöhnlichem Mauerwerk aufgeführt. Der Sockel, die Deckplatten auf der Höhe der Widerlager und der Eisenbahn, ferner die Widerlager der Bögen im engeren Sinne, die Ecken des Mauerwerks und die zur Aufnahme und Begrenzung der hölzernen Geländer bestimmten Parapets der Pfeiler sind von Quaderwerk.

Da man fürchtete, die Erschütterung, welche ein über die Brücke gehender Train verursacht, möchte, wenn sie den einzelnen Bogen der Holzconstruction unmittelbar mitgetheilt würde, auf diese schnell verderblich einwirken, so hielt man für zweckmäßig, diese Bögen nicht den Schienenlinien, sondern den Zwischenräumen derselben entsprechen und so die Last des Trains durch das elastische Medium eines solid constructirten Bohlenbodens auf die Bögen wirken zu lassen (siehe Fig. B). Man erhielt dadurch, was für die Vereinfachung der ganzen Construction sehr wesentlich war, durchaus gleiche Entfernungen der Bögen unter einander.

Der erforderliche Querschnitt jedes dieser Bögen (s. Fig. D und E) wird durch sechs Holzstücke von 0,20 M. auf 0,20 M. Querschnitt, deren Stöße wechseln, gebildet. Rücksichten, die wir weiter unten entwickeln werden, so wie die geringe Höhe der ganzen Construction am Scheitel der Bögen gestattet in dessen nicht, sämmtliche Holzstücke vertical über einander zu legen, wie dies, um einen höhern Grad von Steifigkeit des Bogens zu erhalten, sonst geschieht, sondern sie wurden in der Höhe zu drei, in der Breite zu zwei zusammengestellt. Es mußte bei dieser Art der Zusammensetzung dafür gesorgt werden, daß die einzelnen Hölzer des Bogens eben sowohl in horizontalem wie in verticalem Sinne zusammengehalten werden. Das wurde erreicht durch eiserne Bänder. Die langen Seiten des Bandes erhielten eine geringe Krümmung nach außen, indem man sie an den Ecken mit ihrer ganzen Dicke in die Seite des Bogens einschneite, in der Mitte aber über dieselbe vorstehen ließ. Werden nun die beiden Schrauben des Bandes angezogen, so wird in den langen Seiten desselben ein Bestreben,

sich der geraden Linie zu nähern, erregt, und dadurch ein Druck von beiden Seiten nach der Mitte des Bogenprofils ausgeübt.

Aus Rücksicht für die gegebene Höhe der Construction am Scheitel der Bögen mußte auch die Fette a Fig. D, welche mit ihrem vollen Querschnitte durchlaufend nicht wenig zur Steifigkeit des ganzen Systems beigetragen hatte, am Scheitel des Bogens mit diesem zusammen geschifftet werden. Verticale Zangen b und Andreaskreuze, in Gemeinschaft mit den verticalen Bolzen d, stellten die Verbindung der Bögen mit der Fette zu einem steifen Systeme her. Die Zangen wurden nicht, wie gewöhnlich, normal auf die Bogenkrümmung, sondern, um die Querverbindung der Bögen unter sich zu erleichtern, vertical gestellt. Da diese Zangen, der vorgeschriebenen lichten Höhe der Durchfahrt wegen, nicht über den untern Rand der Bögen vorragen sollten, so mußte auf eine besondere Vorrichtung gedacht werden, dieselben unterhalb der Bögen zusammenzufassen und zugleich fest mit diesen zu verbinden. Gußeiserne Schuhe, welche die Enden der Zangen aufnahmen und durch die verticalen Bolzen d getragen werden, schienen diesem Zwecke am besten zu entsprechen und mußten in etwas veränderter Gestalt auch als Lager der Bogenenden dienen. Die Andreaskreuze stoßen zwischen den Zangen Stirn an Stirn zusammen, sind aber auf die Bögen nicht unmittelbar, sondern mittelst eines in diese eingeschnittenen Keils e Fig. D aufgesetzt, welcher zugleich den Zweck hat, für die Versagungen der Zangen, für die gußeisernen Schuhe und für die Ansätze der verticalen Bolzen eine zu der Richtung der durch sie repräsentirten Kräfte rechtwinklige Widerstandsfläche herzustellen.

Eigenthümliche Schwierigkeiten hat die Querverbindung der einzelnen Bögen einer schiefen Bogenbrücke unter sich; Fig. D. Man sucht durch eine solche Querverbindung, welche auch immer ihre Anordnung im Detail sein möge, überhaupt folgende zwei, wesentlich wohl aber zu unterscheidende, Zwecke zu erreichen.

Erstens, einen Theil der Belastung eines Bogens der Brücke auf die benachbarten Bögen überzutragen.

Zweitens, die bei sehr starker Belastung eines Bogens mögliche Seitenausbiegung desselben zu verhindern.

Werden nun die Querbänder parallel mit den Widerlagern der Brücke oder, mit andern Worten, zwischen den Punkten der Bögen angebracht, welche auf gleicher Höhe liegen, so lassen sich beide oben erwähnte Zwecke auf die wirksamste Weise mittelst durchlaufender Bänder, verticaler Zangen und der Andreaskreuze erreichen. Eine solche Anordnung der Querbänder würde aber bei einer sehr schiefen Brücke ein außerordentlich complicirtes Detail verlangen, daher man es in solchen Fällen vorzieht, die Querbänder rechtwinklig auf die Hauptbänder, mithin zwischen den Punkten der Bögen anzubringen, welche auf ganz verschiedenen Höhen liegen, wie in dem vorliegenden Falle in Fig. D zu sehen ist. Es ist aber klar, daß bei dieser Anordnung die Querbänder einen großen Theil ihrer Wirksamkeit verlieren, indem die durchlaufende Verbindung wegfällt oder wegfallen muß, wofür nicht, während man den ersten Zweck zu erreichen sucht, dem zweiten gerade entgegen gearbeitet werden soll. Denken wir uns nämlich in i Fig. D eine Last, hinreichend groß, um eine Senkung des Bogens k zu bewirken, denken wir uns ferner, die beiden Hölzer l bilden mit dem dazwischen liegenden Bogenprofil k eine vollkommen steife, die beiden Bolzen m mit dem gußeisernen Schuhe n eine vollkommen zähe Linie, so wird ein Theil der Last i, senkrecht wirkend, auf die beiden benachbarten Bögen o übertragen werden. Indessen ist diese Bedingung der Annahmefähigkeit in den erwähnten Verbindungstheilen und ihrer Zusammensetzung bei Weitem nicht erfüllt und ihnen daher für den Zweck der Vertheilung der Last um so weniger Werth beizulegen, als dafür durch die Structur und die Dimensionen der Bohlenbedeckung der Brücke hinlänglich gesorgt ist. Schlimmer steht es mit den Streben p. Soll nämlich der Bogen k eine Senkung erleiden, so zerlegt sich die Last i in zwei, nach den Richtungen dieser Streben wirkende, Kräfte, welche, da die durchlaufende Verbindung fehlt, die Bögen o nach außen drängen. Mit andern Worten, es werden durch jede steife Verbindung, wie das System der Streben p, in der Construction die Kräfte angeregt, welche bei einer gemauerten schiefen Brücke die Stienen nach außen drängen und welchen, so lange das Gewölbe eine rechtwinklig auf die Stienen zusammenhängende Masse bildet, durch keine Art von



Zugenschnitt eine den Stienen parallele Richtung gegeben werden kann.

Zunächst aus diesen Gründen, sodann aber, weil wir einsehen, daß die Verbindung in den Winkeln  $q$ , der vielfachen Verschneidung und Durchbohrung der verticalen Zangen wegen, nur von geringer Stärke und, indem sie vor dem Eindringen des Regenwassers nicht vollständig geschützt sind, auch nur von geringer Dauer sein können, hatten wir in unserem ursprünglichen Entwurfe weder die Bolzen  $m$  noch die Streben  $p$  aufgenommen, sondern eine zweckmäßige Vertheilung der Belastung auf mehrere Bogen, theils durch die Lage der Schienen zwischen den Bogen, theils durch die Structur des Bohlenbodens der Brücke zu erreichen, eine denkbare Seitenausbeugung der einzelnen Bogen aber theils durch den geringen Pfeil derselben, wodurch sie dem Alles verbindenden Bohlenboden möglichst nahe gebracht wurden, theils durch die Breite derselben, theils durch die Stärke der verticalen Zangen zu verhindern gesucht. Indessen waren wir nicht so glücklich, mit unserer Ansicht durchzubringen.

Eine durchlaufende Querverbindung unterhalb des Bohlenbodens der Brücke bilden die Hölzer  $l$  mit den Bolzen. Der Boden selbst wird durch Bohlen von 0,12 M. Dicke und 0,168 M. Breite gebildet, welche quer über die Fellen  $a$  gelegt, auf diesen aufgestülpt sind und an den Widerlagern auf einem System von Mauererschwellen ruhen, welche, um jede Verschiebung unmöglich zu machen, 0,02 M. in das Mauerwerk eingelassen sind. Diese einzelnen Bohlen des Bodens sind 0,04 M. von einander entfernt und dieser Zwischenraum ist mit einem Span ausgefüllt, dessen Höhe in der Mitte der Brücke 0,12 M., am Rande der Brücke aber nur 0,04 M. beträgt. Es entstehen dadurch zwischen den Bohlen kleine Kanäle  $t$  Fig. E von 0,04 M. Breite und auf die halbe Breite der Brücke von 0,08 M. Gefälle zur Abführung des Regenwassers. Sie wurden mit Asphalt ausgestrichen und dadurch der Bohlenboden vor Aufbringung einer Lage groben reinen Schotter vollkommen wasserdicht hergestellt. Ein Stienbrett  $u$ , hinter welchem die Traufe abfällt, und ein Deckbrett  $v$  Fig. D schützen die Köpfe der Bohlen.

Auf den Bohlen, jedoch nicht unmittelbar, liegen die Schienen. Diese haben, wie auf allen hölzernen Brücken der Eisenbahn von Paris nach St. Germain, breite Basis, ruhen auf gußeisernen Platten und zwischen diesen auf einem Brette, welches den Zwischenraum zwischen der Basis der Schienen und der Oberfläche des Bohlenbodens ausfüllt. Den Schienenlinien entsprechend, laufen unterhalb des Bohlenbodens die Hölzer  $w$  Fig. D durch, mit welchen die Schienen verschraubt sind, damit ein auf dieselbe wirkender Druck sich um so sicherer auf eine größere Anzahl von Bohlen vertheile. Die Hölzer  $x$  dienen zur Sicherung der Brücke, wenn durch Zufall ein Train aus dem Geleise gerathen sollte.

Die Geländer der Brücke sind durch Verlängerung der äußeren Hälfte der Zangen an den Stienbogen  $b$ , Fig. D mit eingeschobenen Andreaskreuzen, Schwellen und Fellen gebildet.

Was die Ausführung der ganzen Construction betrifft, so erfordert sie einen außerordentlichen Grad von Präcision, kann aber in jeder Hinsicht als sehr gelungen bezeichnet werden.

### Tafel 163.

F. 1014. Brücke bei Passau. Fig. A Längendurchschnitt eines Brückenfeldes nach der Linie  $a b c d e f$ . B Querdurchschnitt. C Grundriß eines Brückenfeldes. Diese Brücke hat sieben Oeffnungen von 84 Fuß Spannweite und sechs steinerne, nur 7 Fuß dicke Pfeiler. Diese Abbildung, so wie die Brücke Fig. 1008 zeigen das sogenannte Pechmann'sche Brückensystem. Dieses Constructionssystem ist besonders da anzupfehlen, wo die Spannweite nicht über 12 Klafter beträgt und wo Hochwasser oder andere Umstände kein Sprengwerk zulässig machen. Bemerkenswerth an der Brücke Fig. 1014 ist die Anordnung, daß in der Mitte statt des sonst gewöhnlichen gesprengten Balkens ein Rippenbogen angebracht wurde, wodurch das sogenannte Pechmann'sche System mit dem Wiebeking'schen verbunden erscheint. Die kühne Construction der Pfeiler dieser Brücke verdient übrigens die Aufmerksamkeit der Techniker.

Auf die Fahrbahn dieser Brücken kann ein Pflaster aus kleinen eichenen Würfeln gelegt werden, wie sich dies in Baiern sehr gut bewährt, und durch welches auch das Durchsickern des Wassers ganz verhindert wird, was für die Dauer der Ennsbäume sehr wesentlich ist.

Die Seitenbogen können durch gehörig angebrachte Verschalung gegen die Witterung geschützt werden, so daß auch diesen eine längere Dauer gesichert bleibt. Da übrigens die gekrümmten Balken nicht wie bei den Wiebeking'schen Bogenbrücken unter der Bahn, sondern über derselben zu stehen kommen und diese Bogen durch ihre Anstimmung an die Ennsbäume keinen Seitendruck auf die Joche oder Widerlager ausüben; da ferner durch die Stützhölzer und Eisenstangen, welche durch das ganze System gehen, und durch Schrauben angezogen sind, die gekrümmten Balken nicht aus ihrer ursprünglichen Form weichen können, da endlich durch die Belastung der Brücken an einer Seite die andere nicht in die Höhe gehen kann, mithin die Elasticität des Holzes benutzt wird, ohne daß es benommen ist, den Brücken den erwünschten Grad von Rigidität zu geben, so finden auch keine Schwankungen statt, wie sie bei den Wiebeking'schen Bogenbrücken fast unvermeidlich und so schädlich sind.

Indessen, wo die größere Höhe der Brücke es gestattet, und, wie gesagt, die Lichtweite nicht groß ist, verdienen die Sprengwerke den Vorzug, indem dazu keine so langen und starken Stämme, wie bei den Bogenhängebrücken, nöthig sind, und weil das Holz, Stien gegen Stien gehörig gestemmt, den größten Widerstand und volle Sicherheit darbietet.

Die Brücke bei Ottershausen, Fig. 1008, soll sehr fest sein und bei der Befahrung nicht im mindesten schwanken. Die gesprengten Balken, an welche die gekrümmten Hölzer des Geländers gestemmt sind, und die feste Unterstüßung der ersten mit schiefen Streben tragen wesentlich zur Stabilität dieser Brücke bei. Auch sind die Querbalken, die zur Tragung der Ennsbäume dienen, durch einen gesprengten Balken in der Mitte wesentlich unterstützt.

Welches Tragvermögen gekrümmte Träger haben, zeigten wir bei Fig. 239, wir glauben aber, daß es zweckmäßiger sein wird, wenn die gekrümmten Träger nur zwei Verfassungen haben, wie wir es in Fig. 1008 E andeuteten. Je geringer der Winkel ist, den diese Träger mit dem Balken bilden, um so mehr äußern die Zähne das Bestreben, das Holz der Verfassung wegzudrücken. Es würde daher wohl darauf Bedacht genommen werden müssen, die Verfassung so lang als möglich zu machen. Eine Verbindung der Enden der Träger mit dem Balken durch Bolzen scheint uns unerlässlich, und wenn gleich solches nicht nach Fig. 260 erforderlich ist, so sollte doch mindestens ein Bolzen den Träger mit dem Balken verbinden. Die Streben  $f$  Fig. 1008 D haben auch wohl, wie hier, eine zweckmäßigere Anordnung, als in Fig. A, wo sie dicht gegen die Unterzüge stoßen. Die Pechmann'schen Brücken bieten vor den Wiebeking'schen manche Vortheile dar, indessen haben sie doch immer den Nachtheil, daß die Brückenträger, namentlich die Enden derselben, dem Verderben weit schneller ausgesetzt sind, als wenn sich die Brückenträger unter der Brückenbahn befinden. Von der Erhaltung der Träger hängt aber die Erhaltung der Brücke selbst ab.

In Frankreich hat man viele hölzerne Brücken, welche nach Art der Bogenbrücken zusammengesetzt sind, jedoch mit dem Unterschiede, daß sie durchgehends auf steinernen Pfeilern ruhen, daß ihre Spannweiten selten 60 Fuß überschreiten und die Bogenrippen nicht aus gewaltsam gebogenen langen, sondern aus krumm gehauenen kurzen Hölzern bestehen. Das Verhältniß der Spannweite zur Bogenhöhe ist gewöhnlich 7 oder 8:1, und die ganze Anordnung ist von der Art, daß später statt hölzerner steinerne Bogen gebaut werden könnten.

Diese Brücken sind entweder gepflastert (darunter einige mit Asphalt) oder mit Eisenschienen belegt, immer aber ist für den Abfluß des Wassers und die Lüftung des Holzes gut gesorgt; eine Vorsicht, die nicht genug empfohlen werden kann. Die Seitenbogen sind durchgehends unverkleidet. Bei uns dürfte indessen die Bauart selten Anwendung finden, indem sie wegen der zu genauen Handarbeit und überhaupt so kostspielig wäre, daß in vielen Fällen eine steinerne Brücke wohlfeiler käme," sagt Francesconi, welcher in Oesterreich selbst die erste Anwen-