

Blatt 52.

## Details verschiedener Kettenbrücken.

Anordnung der Brückenbahn.

Fig. 1 ist ein Theil der Seitenansicht und Fig. 2 ein Theil des Querschnitts der Seine-Kettenbrücke in Paris, welche 125<sup>m</sup> lang ist und Tragpfeiler hat, die von Mitte zu Mitte 75<sup>m</sup> entfernt sind. Trotz des bedeutenden Verkehrs auf dieser Brücke ist ihre Fahrbahn doch nur 5,4<sup>m</sup>, und jeder Fussweg 1,3<sup>m</sup> breit. Die Construction der Bahn und ihre Befestigung an den acht Tragketten gehen aus der Zeichnung deutlich hervor und es ist blos zu bemerken, dass die hohlen gusseisernen Säulen (g, g) der Geländer durch Bolzen ab mit der Bahn und den Holmen (b, b) verbunden sind, während die Kreuzstreben (c, c) Kopf und Fuss der Säulen unverrückbar festhalten und so das Geländer zu einer Howe'schen Tragwand machen.

Fig. 3 und 4 sind Theile der Längensicht und des Querschnitts der Kettenbrücke über die Moldau in Prag. Die Tragbögen haben eine Spannweite von 132,7<sup>m</sup> und eine Pfeilhöhe von 9,83<sup>m</sup>. Die 9,5<sup>m</sup> breite Brückenbahn ruht auf Querschwellen von 10,7<sup>m</sup> Länge und 3,7<sup>dm</sup> Stärke. In den Punkten e, e sind diese Schwellen an den Ketten aufgehängt. Wegen der grossen Entfernung dieser Punkte (9,8<sup>m</sup>) ist jede Querschwelle mit zwei Hängwerken (m n o) von Schmiedeisen verstärkt. Die Wirkung dieser Verstärkung besteht darin, dass jede Schwelle durch einen gusseisernen Sattel r in der Mitte einen Stützpunkt erhält, wodurch ihre Tragkraft nahehin verdoppelt wird. Durch Anziehen der Schrauben auf den gusseisernen Schildern m, m kann jedes Hängwerk beliebig gespannt werden.

Fig. 5 zeigt links einen Theil der Ansicht, rechts einen Theil des Längenschnitts und Fig. 6 den Querschnitt der Kettenbrücke über die Maas bei Seraing in Belgien. Die Spannweite dieser Brücke beträgt 105<sup>m</sup> und der zugehörige Pfeil 7<sup>m</sup>; die Fahrbahn ist nur 2,5<sup>m</sup>, und jeder Fussweg 1,25<sup>m</sup> breit. Vier Ketten, zwei auf jeder Seite übereinander, tragen die Bahn auf die in den genannten Figuren dargestellte Weise. Die Versteifung der Brückenbahn ist durch das Geländer, die unter den Querschwellen hinlaufenden Eisenschienen und durch die Strassenträger bewirkt. —

Auflager der Ketten. Fig. 7 und 8 geben Durchschnitt und Oberansicht der Lagerstühle an der vorhin genannten Prager Kettenbrücke. Die gusseiserne Platte a ruht auf grossen Werkstücken und die Platte b auf zehn gleichweit entfernten Gusswalzen (c, c) von 1,3<sup>dm</sup> Durchmesser. Die unteren Glieder liegen unmittelbar auf der Platte b und die oberen auf vier Lagerkästen (d, d), welche durch eine Rippe (e, e) und zwei Seitenwangen (f, f) mit der Platte b zusammenhängen.

Fig. 9 und 10 zeigen die Lagerstühle an der Kettenbrücke über die Maas in Seraing. In einem grösseren durchbrochenen Pendel (bw), das sich um die Axe w

dreht, befindet sich ein kleineres (av), welches sich mit dem ersteren bewegt, aber auch für sich schwingen kann, um die ungleiche Spannung der Ketten zu vermeiden, welche eintreten würde, wenn die Lager a und b an dem grösseren Pendel fest sässen. Die Lager der Walze w sind mit dem hohlen gusseisernen Tragpfeiler fest verschraubt. —

Verankerung der Ketten. Fig. 11 bis 13 stellen die Verankerung der Ketten an der Brücke zu Podiebrad vor. Die 2,6<sup>dm</sup> dicke Gussplatte d besteht der Länge nach aus zwei Theilen (Fig. 13) und liegt unmittelbar an den Werkstücken von Granit, welche das hintere Ende des Widerlagsmauerwerks bilden. Durch die schmiedeisernen Keile e, e zwischen den Platten c und d wird die Länge der Spannketten berichtigt.

Fig. 14 und 15 versinnlichen die Verankerung der Spannketten an der Brücke in Hammersmith. Die Gussplatten p, p sind an das Mauerwerk angeschraubt. Die Keile m, n dienen zur Berichtigung der Spann- und Tragketten, indem sie gestatten, die Lager ab der Wurzelbolzen c, c mehr oder weniger von der Platte p zu entfernen.

Fig. 16 und 17 ergeben die Verankerung der Ketten an der Menaibrücke. Die Platte p liegt unmittelbar an der Felswand der Kettenkammer, und auf ihr befindet sich die Hauptplatte p' mit Vertiefungen für die 2,6<sup>m</sup> langen Wurzelbolzen. Die starken Winkelhaken u, v, w unterstützen den freiliegenden Theil der Platte p.

Blatt 53 und 54.

## Pesth-Ofener Kettenbrücke.

Eine der bedeutendsten Kettenbrücken, welche in der neueren Zeit ausgeführt wurden, ist jene über die Donau zwischen Pesth und Ofen. Sie wurde von dem englischen Ingenieur W. T. Clark in den Jahren 1839 bis 1849 erbaut und im Jahre 1853 in dem „Supplement to the theory, practice and architecture of bridges“ abgebildet und beschrieben. Dieses Werk bildet die Grundlage der nachstehenden Bemerkungen und der Zeichnungen auf den Blättern 53 und 54, in welcher letzteren alle angeführten Maasse englische sind.

Die genannte Brücke hat eine Länge von 466,7<sup>m</sup> zwischen ihren Wurzelpunkten und von 385<sup>m</sup> zwischen den beiden Widerlagern. Von der letzteren Entfernung treffen 203<sup>m</sup> auf die Hauptöffnung und je 91<sup>m</sup> auf die beiden Nebenöffnungen. Die Tragpfeiler sind 47,9<sup>m</sup> hoch und die Widerlager 48,8<sup>m</sup> lang. Die Brückenbahn, auf eisernen Trägern ruhend und an vier Ketten hängend, besteht aus einer Fahrbahn von 7,4<sup>m</sup> Breite und zwei Fusswegen, wovon jeder 1,83<sup>m</sup> breit und durch die Hängestangen und doppelten Steifwände von der Fahrbahn getrennt ist. Die Gesamtkosten der in Rede stehenden Brücke, die sich seither vollständig bewährt hat, betragen 5.520.000 fl. —

Die Widerlager (Fig. 1 Seitenansicht und Fig. 2 Durchschnitt längs des Kettenstollens) haben in der Höhe des niedrigsten Wasserstandes (N. W.) ohne die Wurzelkammer (w) eine Gesamtlänge von  $42,7^m$ ; ihre mittlere Breite beträgt  $15,9^m$  und die Höhe  $14,6^m$ . Sie sind auf eine Betonschicht gegründet, die auf festem Thonboden liegt und deren Dicke von  $3^m$  auf  $1,8^m$  abnimmt, damit die Oberfläche des Fundamentes eine Neigung ( $3\frac{0}{10}$ ) gegen die Landseite erhalte, welche bezweckt, dass dem Kettenzug nicht bloß die Reibung des Widerlagsmauerwerks auf dieser Fläche, sondern auch dessen relative Schwere entgegen wirkt. Die Widerlager bestehen an der Sohle und den sichtbaren Seiten aus Hausteinen; der dazwischen befindliche Raum ist bis an die  $2,1^m$  hohen und  $1,4^m$  weiten Kettenstollen mit Bruchsteinmauerwerk, und über diesen mit Gussmauerwerk ausgefüllt. Die gesammte Mauermaße eines Widerlagers vom Fundament bis an das Holzpflaster der Fahrbahn beträgt  $11753 \text{ Kb}^m$  und hat einem Zuge in der Richtung der Stollen von  $2382^T$  zu widerstehen, wenn die Brücke unbelastet ist, und von  $3297^T$ , wenn sie gedrängt voll Menschen oder nach der in diesem Falle gemachten Voraussetzung pro  $\square^m$  Oberfläche mit  $244^k$  beschwert ist. Der Berechnung dieser Zugkräfte haben wir die hier und weiter unten angeführten Dimensionen nebst der Annahme zu Grund gelegt, dass ein Cubikmeter Schmiedeeisen  $7,77^T$ , 1 Cubikmeter Gusseisen  $7,22^T$  und 1 Cubikmeter Lärchen- oder Föhrenholz  $0,55^T$  wiegen.

Die Kettenpfeiler (Fig. 3 nach der Länge und Fig. 4 nach der Quere durchschnitten) sind wie die Widerlager auf Beton gegründet, der mit einer sehr starken Spundwand gegen Unterspülung geschützt ist. Die Fangdämme, welche zur Gründung dieser Pfeiler nöthig waren, bestanden aus dreifachen Pfahlwänden und hatten, von der Thonschicht an gerechnet, worauf der Beton ruht, eine Höhe von  $12,2^m$  bis zum niedrigsten Wasserstande der Donau, und von  $18,3^m$  bis zu ihrer Oberfläche. Die auf dem Fundamente ruhende Grundfläche eines solchen Pfeilers beträgt  $38,4 \times 16,7 = 641,3 \square^m$ , und von dieser Fläche bis zu seiner Krone hat er eine Höhe von  $47,9^m$ . An dem Mauerwerk der Pfeiler, das aus Quadern, Bruchsteinen und Ziegeln besteht, sind die aufrecht stehenden Werkstücke bemerkenswerth, welche sich in der Masse zwischen den Pfeilerköpfen und den Kettenlagern befinden und deren Zweck die Verhinderung des Gleitens der oberen Mauerschichten ist. Der Verticaldruck, welchen eine Pfeilerhälfte bei vollständig belasteter Brücke auszuhalten hat, beträgt  $1184,7^T$  und wird deshalb  $1 \square^m$  der Werkstücke, auf denen die Lagerstühle ruhen, deren Grundfläche  $= 8,74 \square^m$  ist, mit  $1,36^T$  gedrückt. Die Grösse der Mittelkraft aus den beiden gleichen Spannungen der Mittel- und Seitenketten, von denen erstere einen Aufhängewinkel von  $15^\circ 57'$  und letztere von  $22^\circ 50'$  haben, berechnet sich bei vollständiger Belastung der Brücke für einen halben Pfeiler auf  $1186,7^T$ , und es bildet ihre Rich-

tung mit der Lothlinie einen Winkel von  $3^\circ 26' 30''$ , so dass dieselbe auf dem Fundamente, welches  $39,3^m$  unter der Grundfläche der Lagerstühle liegt,  $2,35^m$  von der Pfeileraxe absteht.

Die Brückenbahn, welche nach der Länge einen flachen Bogen von  $3,66^m$  Pfeilhöhe auf  $384,3^m$  Sehne bildet, besteht aus gusseisernen Trägern (q, q) von der in Fig. 5 und 6 dargestellten Seiten- und Oberansicht und dem aus Fig. 9 und 10 sichtbaren Querschnitte; ferner aus den Strassenträgern a, a und dem Pflaster p, p von Lärchen- und den Bohlen b', b' von Föhrenholz; endlich aus den Steifwänden (e, e) zu beiden Seiten der Hängstangen (h, h) und den Geländern (k', k') an den Enden der Querträger. Jeder dieser Träger ist  $14,34^m$  lang und hat ein Gewicht von  $3,05^T$ . Ihre gegenseitige Entfernung beträgt  $1,83^m$  von Mitte zu Mitte. Die  $1,27^m$  dicken Strassenträger a, a sind an die Flanschen f, f, und die Streckbäume u, u' an die über ihnen befindlichen Vorsprünge der Querträger festgeschraubt. Dadurch wird zwar schon eine ziemliche, aber bei weitem noch keine hinreichende Steifigkeit der Bahn erzielt: erst durch die Steifwände (e, e), die Geländer (k', k') und die Ketten c e', welche die Windruthen vertreten, ist sie möglich. Die Steifwände bilden Howe'sche Tragrippen, welche in sinnreicher Art zwischen die Querträger eingeschaltet sind: die Streckbäume (z, x) werden nämlich durch kleine Säulen und Hängebolzen zusammengehalten, während die Kreuzstreben (k, k) in dem Zwischenraume der auf die Querträger geschraubten Langhölzer e, e sich begegnen. Die Geländer haben eine ähnliche Anordnung (Fig. 7 und 8). Die Mittelglieder (c) der Windketten sind durch Bolzen verbunden und ihre Endglieder (e'), welche aus einem Schlosse und einer Schraube bestehen, können Behufs der Berichtigung etwas verlängert oder verkürzt werden. Ein laufender Meter der Brückenbahn wiegt durchschnittlich  $6994^k$  und mit der Verkehrsbelastung  $6994 + 2678 \text{ Kgr}$ .

Die Tragketten bilden zwischen den Pfeilern einen Bogen von  $203,13^m$  Sehne und  $14,51^m$  Pfeilhöhe, und ausserhalb der Pfeiler einen anderen Bogen, dessen tiefster Punkt am Widerlager von dem höchsten  $90,89^m$  in wagrechter und  $18,6^m$  in lothrechter Richtung entfernt ist. Der Aufhängewinkel der Mittelketten berechnet sich zu  $15^\circ 57'$ , während der Aufhängewinkel der Seitenketten  $22^\circ 50'$ , und ihr Neigungswinkel am unteren Ende, wo sie in die Spannketten übergehen, nur  $37' 50''$  beträgt. Jede Kette ist abwechselnd aus 10 und 11 Gliedern von  $3,66^m$  Länge von Oehrmitte zu Oehrmitte und  $2,6^m$  Breite zusammengesetzt (Fig. 15). Die Dicke wechselt zwischen  $3,2^m$  und  $2,6^m$ , theils weil die Anzahl der Glieder von 10 auf 11 sich ändert, theils weil man die Dicke von den Aufhängepunkten gegen die Scheitel hin in Abtheilungen von 10 bis 12 Gliederlängen ( $36,6$  bis  $43,9^m$ ) etwas abnehmen lassen wollte. Der grösste Querschnitt aller Glieder

## Drehbrücke bei Mecheln.

an den Aufhängepunkten beträgt  $33,1 \square^{\text{dm}}$  und der kleinste am Scheitel  $30,6 \square^{\text{dm}}$ . Bei einer zufälligen Belastung der Brücke von  $244^{\text{k}}$  pr.  $\square^{\text{m}}$  erleidet  $1 \square^{\text{cm}}$  Eisen eine Spannung von  $1080^{\text{k}}$  am Aufhängepunkte und von  $1150^{\text{k}}$  am Scheitel der Mittelketten, im unbelasteten Zustande der Brücke aber beträgt für  $1 \square^{\text{cm}}$  die Spannung am Aufhängepunkte  $788^{\text{k}}$  und am Scheitel  $810^{\text{k}}$ . Die Verbindungsbolzen sind  $1,14^{\text{dm}}$  dick und umfassen 21 Kettenglieder nebst zwei Hängestangen, die sich ausserhalb der Kettenebenen befinden.

Die Spannketten haben eine Länge von  $42,7^{\text{m}}$  und bilden mit dem Horizont einen Winkel von  $17^{\circ} 25'$ . Auch sie bestehen, mit Ausnahme der Wurzelglieder, aus Gliedern von  $3,66^{\text{m}}$  Länge und  $2,6^{\text{dm}}$  Breite, wovon je 10 und 11 einen Bolzen von  $1,14^{\text{dm}}$  Dicke umschliessen und einen Querschnitt von  $29,85 \square^{\text{dm}}$  haben. Die Wurzelglieder (Fig. 20) sind  $7,32^{\text{m}}$  lang und an den Enden  $5,7^{\text{cm}}$  dick, damit sie nicht bloss ein grösseres Widerstandsvermögen erlangen, sondern auch den Zwischenraum je zweier Glieder am Wurzelbolzen ausfüllen, ohne ihre parallele Lage zu ändern. Die Spannung der Spannkettenglieder beträgt pr.  $\square^{\text{cm}}$  im unbelasteten Zustande der Brücke  $797^{\text{k}}$  und im grösstbelasteten ( $244^{\text{k}}$  pr.  $\square^{\text{m}}$ )  $1102^{\text{k}}$ .

Die Verankerung der Spannketten geschieht durch riesige, an dem Mauerwerk anliegende Gusseisenplatten von  $5,26^{\text{m}}$  Länge,  $1,53^{\text{m}}$  Breite,  $1^{\text{dm}}$  Dicke mit mehreren  $0,3$  bis  $1,07^{\text{m}}$  hohen Rippen, auf denen  $1,53^{\text{m}}$  lange,  $0,46^{\text{m}}$  breite und  $0,15^{\text{m}}$  dicke schmiedeiserne Wurzelbolzen liegen, wie Fig. 2 zeigt. An jedem Kettenstollen befinden sich zwei solche Bolzen in einer Entfernung von  $0,52^{\text{m}}$ , welche durch die Kettenbreite bedingt ist. Bei dem Austritte aus den Widerlagern, in dem Punkte 5, wo die Spannketten in die Seitentragketten übergehen, liegen dieselben auf 7 schmiedeiserne Walzen von  $1,27^{\text{dm}}$  Durchmesser, welche ihrerseits auf einer Gussplatte ruhen.

Die Lagerstühle auf den Tragfeilern sind in den Figuren 11, 12, 13 nach der Seiten-, Ober- und Endansicht so vollständig dargestellt, dass es wohl genügt, bloss zu bemerken, dass die  $2,53^{\text{dm}}$  dicken Walzen (c, c), auf denen die Ketten ruhen, aus Gusseisen bestehen und ebenso wie ihre Lager genau abgedreht sind, während ihre Axen in einem Kreiscylinder liegen, der dem Bogen der obersten Glieder concentrisch ist.

Die Hängestangen (h, h) sind, wie schon erwähnt, ausserhalb der Kettenebenen an die Verbindungsbolzen befestigt und gehen in wagrechten Entfernungen von  $1,83^{\text{m}}$  bald von der oberen, bald von der unteren der paarweise übereinander hängenden Tragketten aus. An die Bügel (b, b), welche die gusseisernen Querträger der Brückenbahn umfassen, sind sie durch Schösser und Schrauben (m, n) befestigt, welche zur Berichtigung ihrer Länge dienen. Der Querschnitt einer Hängestange beträgt  $9,67 \square^{\text{cm}}$  und ist bei der grössten Belastung mit  $4424^{\text{k}}$ , und bei der kleinsten mit  $3203^{\text{k}}$  gespannt, was für  $1 \square^{\text{cm}}$  beziehlig  $458$  und  $331^{\text{k}}$  ausmacht. —

Als Beispiel einer beweglichen Brücke geben wir die in der ersten Auflage der Vorlegeblätter dargestellte und beschriebene Drehbrücke, welche am Eingange des Bahnhofes in Mecheln für die Eisenbahnlinien von Gent und Brüssel über den Canal von Mecheln nach Löwen erbaut wurde. Für die vorliegende Darstellung wurde Förster's Bauzeitung, 1844, S. 199 u. ff. benützt. —

Fig. 1<sup>a</sup> und 1<sup>b</sup> stellen eine Seitenansicht und einen lothrechten Durchschnitt nach den Linien AB und CD in Fig. 2 vor; Fig. 2 ist ein wagrechter Schnitt der Brückenträger und eine Oberansicht der Widerlager; Fig. 3 und 4 zeigen die Querverbindungen der Träger und die Anordnung des Drehzapfens in der Ansicht nach der Linie EF; Fig. 5 und 6 sind Durchschnitte des Zapfens nach den Linien GH und IK in den Figuren 3 und 5; Fig. 7 und 8 stellen Theile der Querschnitte der Brücke nach LM und NO in Fig. 2 dar; Fig. 9 und 10 zeigen die Vorrichtung zum Drehen der Brücke in der Ansicht nach der Linie PQ (Fig. 2) und den Durchschnitt der Räder r und r' in Fig. 2 und 9, während Fig. 11 und 12 die Vorrichtung zur Bewegung der Rollen  $\rho$ ,  $\rho$ , worauf die Enden der Brückenträger ruhen, Fig. 13 bis 18 verschiedene Einzelheiten dieser Vorrichtung, und endlich Fig. 19 und 20 die Rollen  $\rho$ ,  $\rho$  mit der Welle (w) und den Lagern (1, 1) darstellen. —

Die Brückenbahn besteht aus vier gusseisernen Strassenträgern (a a, b b), welche nach der Länge die Form eines ausgesparten Kreisabschnitts mit wagrechter Sehne,  $1,2^{\text{m}}$  Höhe in der Mitte und  $0,3^{\text{m}}$  Höhe an den Enden haben, und deren Querschnitte aus Fig. 3 deutlich zu entnehmen sind; ferner aus den gegossenen und mit Andreaskreuzen durchbrochenen Querriegeln c, c, welche (nach Fig. 3) mittelst Flanschen und Schrauben den linksseitigen Theil der Träger zusammenhalten; aus den Langbolzen dd (von  $5^{\text{cm}}$  Durchmesser) zur Verbindung des rechtsseitigen Theils der Tragrippen, und endlich aus der Bedielung i, i, welche aus Bohlen von  $6,5^{\text{m}}$  Länge und  $0,1^{\text{m}}$  Dicke besteht und auf die Flanschen der Strassenträger festgeschraubt ist (Fig. 3). Die mittleren Tragrippen (a, a) sind  $19$ , und die äusseren (b, b)  $18,35^{\text{m}}$  lang; jene sind über dem Hauptwiderlager  $6,2^{\text{cm}}$ , und ausserhalb desselben  $5,5^{\text{cm}}$  dick, diese aber haben beziehlig bloss  $5,2^{\text{cm}}$  und  $4,6^{\text{cm}}$  Stärke. Jede Rippe besteht aus zwei Theilen, welche bei a'a' und b'b' mit Flanschen und Bolzen verbunden sind. Der Unterschied in den Stärken der Guss-theile rechts und links dieser Verbindungsstelle, sowie die Verschiedenheit der Querverbindungen erklären sich daraus, dass man dem über dem Hauptwiderlager befindlichen (linksseitigen) Theil soviel Gewicht geben musste, dass er dem freiliegenden (rechtsseitigen) Theile das Gleichgewicht halten kann. Die auf dem Dielenbelege befind-