

DER WETTBEWERB
FÜR EINE
FESTE EISENBAHNBRÜCKE ÜBER DEN RHEIN
BEI WORMS

VON

TH. LANDSBERG,

GEHEIMEN BAURATH,
ORDENTLICHEM PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU DARMSTADT.



MIT NEUNZEHN ABBILDUNGEN IM TEXT.

F. No. 21253



BERLIN 1896.

VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN:

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)

00.59
-95

1896
09.59

25

x
1202/3

Sonderdruck aus dem „Centralblatt der Bauverwaltung“.

Nachdruck verboten.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000303945

DER WETTBEWERB
FÜR EINE
FESTE EISENBAHNBRÜCKE ÜBER DEN RHEIN
BEI WORMS

VON
TH. LANDSBERG,
GEHEIMEN BAURATH,
ORDENTLICHEM PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU DARMSTADT.

MIT NEUNZEHN ABBILDUNGEN IM TEXT.

F. Nr. 21 253



BERLIN 1896.
VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN.
(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)

x
1-202/d



III 33735

Sonderdruck aus dem „Centralblatt der Bauverwaltung“.

Nachdruck verboten.



Eine stattliche Zahl bedeutender und dankbarer Aufgaben ist den deutschen Eisenbauingenieuren im letzten Jahrzehnt gestellt worden: Eisenbahn- und Strafenbrücken über den Rhein, die Elbe, die Weichsel und viele kleinere Flüsse, über den Kaiser Wilhelm-Canal und über tiefe Thäler, große Hallen für die umgebauten und erweiterten Bahnhöfe und manch anderer schwieriger Hochbau. Bei mehreren dieser Bauwerke war eine öffentliche Wettbewerfung ausgeschrieben, welche Anspannung aller Kräfte und bestmögliche Leistungen verlangte. So hat sich in Deutschland die Kunst des Eisenbaues, unterstützt durch namhafte Fortschritte in der Theorie, auf eine hohe Stufe gehoben, und so verfügt Deutschland über eine Schar auserlesener Eisenconstructeure, auf deren Leistungen es mit berechtigtem Stolze hinblickt. Einen Beweis hierfür liefert wiederum der jüngste Wettbewerb um den Entwurf einer Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Worms. Die Zahl der eingereichten Arbeiten war freilich nur klein, wie das nach dem erst ein halbes Jahr vorher stattgehabten Wettbewerb um eine Strafenbrücke über den Rhein bei Worms vorausszusehen war: nur sechs Entwürfe kämpften um den Preis; aber abgesehen von einem unreifen und unvollständigen Entwurf waren alle Arbeiten sehr tüchtige, zum Theil ganz hervorragende Leistungen.

Allgemeines. Die von der hessischen Ludwigsbahn zu erbauende Brücke soll als zweigleisige, feste Eisenbahnbrücke etwa 1600 m unterhalb der neuen Strafenbrücke hergestellt werden. Die wasserbaulichen Bedingungen sind demnach die gleichen wie bei jener. In Kürze gesagt wurden verlangt: 3 Stromöffnungen je in Mittelwasserhöhe von wenigstens 90 m Lichtweite; ausnahmsweise zulässig war wegen besonderer Gründe eine Verringerung dieses Mafses in den beiden Seitenöffnungen bis auf 84 m. In jeder Oeffnung sollte ein wenigstens 42 m breites Rechteck bis zu 7,98 m über Hochwasser frei von Constructionstheilen verbleiben. Die Normalbreite des Rheins beträgt an der Baustelle 300 m. Die maßgebenden Wasserstände haben nachstehende Höhenzahlen:

Hochwasser: 92,322 N.N.;
 Mittelwasser: 87,632 N.N.;
 Niedrigwasser: 85,322 N.N.;
 Niedrigster schiffbarer Wasserstand: 86,352 N.N.;
 Der Nullpunkt des Wormser Pegels liegt auf + 86,102 N.N.

Für das rechtsrheinische Vorland waren Fluthöffnungen bis an den Landdamm vorgeschrieben, auf dem linken Ufer für die Hafengleise eine Unterführung von 10 m Lichtweite, dann Dammschüttung und weiterhin für die Hafenstrafse eine 26 m im lichten weite Unterführung. Die Zufahrtsrampen durften nicht steiler als 1 : 200 sein; als Verkehrsast sollte für jedes Gleis Belastung durch einen Zug angenommen werden, welcher aus drei schweren Maschinen und darauf folgenden Lastwagen gebildet ist. Vierachsige Locomotiven mit je 7 t Raddruck; Tender dreiachsig mit je 5 t Raddruck. Radstände der Locomotiven je 1,3 m, der Tender

je 1,5 m, Längen von Puffer bis Vorder- bzw. Hinterachse bei der Locomotive 2,8 m bzw. 3 m, bei dem Tender 1,4 m bzw. 1,5 m. Lastwagen 7,5 m lang, 3,5 m Radstand, 5 t Radbelastung. Winddruck wie üblich, das Verkehrsband ist 3,5 m hoch anzunehmen. Für die Schiffahrt und die Flöfserei muß während des Baues stets eine Stromöffnung als Durchfahrtsöffnung frei bleiben. Bauzeit höchstens 3 Jahre. Die Baukosten sollten den Betrag von 2 860 000 nicht übersteigen.

Bei der Wahl des Systems für die Träger der Stromöffnungen, welche für das ganze Bauwerk entscheidend ist, mußte sowohl den Wasserverhältnissen wie den Bedürfnissen des Eisenbahnbetriebes, wie endlich auch den Schönheitsrücksichten Rechnung getragen werden. Billiger und zweckmäßiger Eisenbahnbetrieb verlangt möglichst tiefe Lage der Fahrbahn, zumal wegen der Nähe des Bahnhofes Worms. Die Rücksicht auf die Schönheit des Bauwerkes wies auf Bogenträger, die schönste Form der Brückenträger hin, insbesondere auf solche mit ganz oberhalb der Hauptträger liegender Fahrbahn. Bogenträger bedingen aber wegen der schiefen Kämpferdrucke starke Pfeiler, weit stärkere als die sogenannten Balkenträger, welche die Auflager nur lothrecht belasten. Man konnte nun Bogenträger mit einer zwischen die Hauptträger versenkten Fahrbahn anordnen, dadurch größeres Pfeilverhältniß und geringeren Bogenschub erhalten. Diese Lösung zeigen denn auch zwei Entwürfe. Gegen diese, an die Hochbrücke bei Grünenthal erinnernde Anordnung sprechen im Vergleich mit Balkenträgern die immer noch größere Pfeilerstärke, die dadurch bewirkte größere Einengung des Fluthprofils, die Erhöhung der Kosten für die Pfeilergründung und den Pfeileraufbau und die schwierige Anordnung des über der Fahrbahn liegenden Windverbandes. Letzterer kann wegen der freizuhaltenden Umgrenzung des lichten Raumes nicht bis zu den Trägerenden durchgeführt werden und verlangt eine starke Portalconstruction an jedem Ende des oberen Windverbandes, um die angesammelten wagerechten Kräfte in den unteren Windverband überzuführen. Um nun die architektonischen Vortheile des Bogen mit den praktischen Vorzügen des Balkenträgers zu vereinigen, hat ein Wettbewerber einen durch Balken versteiften Stabbogen, sogenannten Langerschen Träger, gewählt. Zwei andere Entwürfe zeigen aus demselben Grunde Bogenträger mit Durchzügen, d. h. Bogenträger mit aufgehobenem wagerechten Schub. Für die Auflagerdrucke ergeben diese beiden Lösungen Balkenträger; die Auflagerkräfte können lothrecht sein und bestimmen sich nach den Gleichgewichtsgesetzen starrer Körper. Für die Spannungen im Träger sind beide Anordnungen statisch unbestimmt, je nach der Zahl und Stellung der Stäbe einfach oder mehrfach.

Von den in Betracht gekommenen fünf Entwürfen hatten für die Ueberbrückung der Hauptöffnungen gewählt:

Bogen mit aufgehobenem wagerechten Schub die Entwürfe mit den Kennworten:

„Eisenbahnbrücke Worms“ (I. Preis) und
 „Rheinpfalz“ (II. Preis).

Bogen mit zwischen die Hauptträger versenkter
Fahrbahn die Entwürfe mit den Kennworten:

„Bogen“ (III. Preis),
„Semper eidem“.

Durch Balken versteiften Stabbogen der Entwurf mit
dem Kennwort:

„Eisenbahn“ (III. Preis).

mit 1:200. Die drei Oeffnungen der Strombrücke haben Träger
von bezw. 102,2 m, 116,8 m, 102,2 m Stützweiten; kräftige
Thurmaufbauten rahmen diesen Haupttheil des Bauwerks auf
beiden Seiten wirksam ein. Rechtsrheinisch schliessen sich neun
durch eiserne Bogen überspannte Fluthöffnungen in drei Gruppen
von je drei Oeffnungen an, die Kämpferweiten sind bezw. 43 m,
38,7 m, 34,4 m. Die linksrheinisch belegene Hafenstraße ist eben-



Abb. 1. Gesamtansicht.

Entwurf „Eisenbahnbrücke Worms“ der Actien-Gesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau, vormals **J. C. Harkort** in Duisburg
in Gemeinschaft mit Prof. **G. Frentzen** in Aachen und der Bauunternehmung **R. Schneider** in Berlin.

Eine sechste Arbeit mit dem Kennwort „Parabel“ kam nicht
in Betracht.

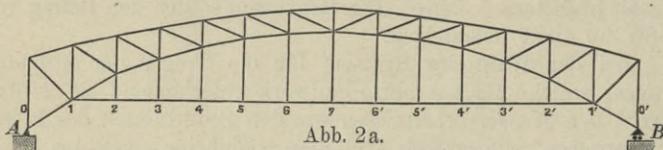


Abb. 2a.

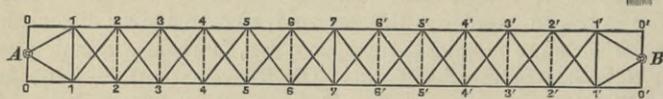


Abb. 2b.

Unterer Windverband.

Die mit Preisen ausgezeichneten Entwürfe.

I. Preis. Kennwort: „Eisenbahnbrücke Worms“. Ver-
fasser: Actiengesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau,

falls durch eine eiserne Bogenbrücke (Stützweite 26,37 m) über-
brückt. Die sehr gelungene Anlage ist in der Gesamtansicht
(Abb. 1) dargestellt.

Die Ueberbauten der Stromöffnungen haben für die
beiden Gleise zwei Hauptträger (Abb. 2a u. 2b). Diese sind ein-
fach statisch unbestimmte Bogenträger, deren wagerechter Schub
durch ein in Höhe der Fahrbahn angeordnetes Zugband aufge-
hoben ist. Das Zugband überspannt alle Trägerfelder mit Aus-
nahme der beiderseitigen Endfelder. Die Spannungen in einem
solchen Träger sind von den elastischen Formänderungen des Zug-
bandes (1 1') abhängig; man muß deshalb dafür sorgen, daß die
der Berechnung zu Grunde gelegten Annahmen über diese Form-
änderung auch möglichst erfüllt sind. Verbindet man aber die
Hauptträger fest mit allen Querträgern und mit diesen wieder
die Schwellenträger, so liegt die Gefahr vor, daß die Gesamtheit
der Schwellenträger als weiteres Zugband wirkt, daß sich also
ganz andere Formänderungen ergeben, als angenommen war.

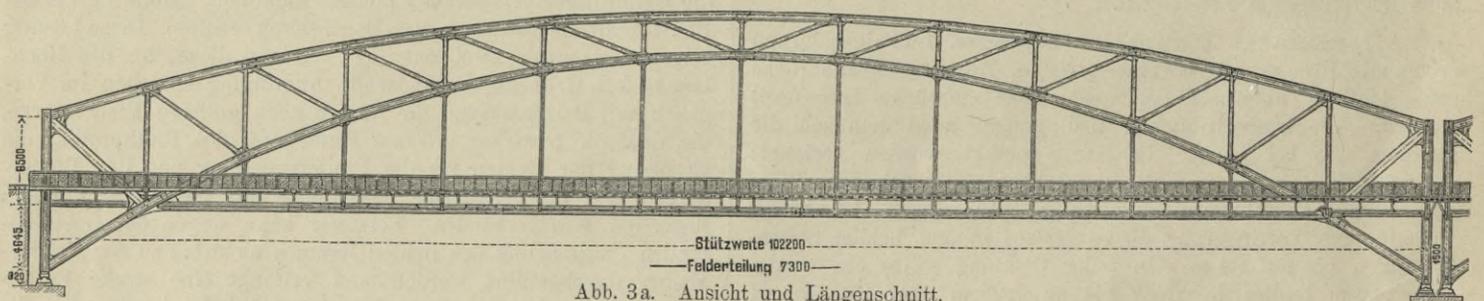


Abb. 3a. Ansicht und Längenschnitt.

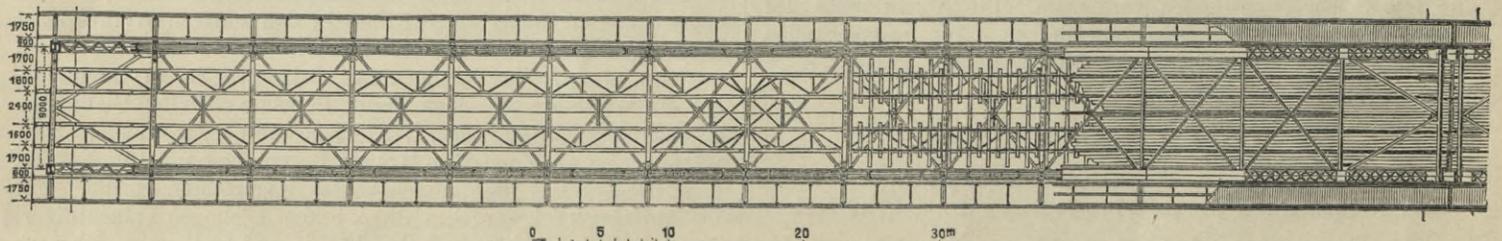


Abb. 3b. Grundriß und wagerechte Schnitte.
Seitliche Stromöffnung.

vorm. **J. C. Harkort** in Duisburg (Oberingenieur Seifert u.
Backhaus), Professor **G. Frentzen** in Aachen, Bauunterneh-
mung **R. Schneider** in Berlin (Abb. 1 bis 5).

Die Fahrbahn der Brücke ist möglichst tief gelegt (Schienen-
unterkante hat +101,87 N.N.); sie liegt auf der Strombrücke
wagerecht, die linksrheinische Zufahrtsrampe steigt nach der
Brücke mit 1:350, die rechtsrheinische fällt von der Brücke

Ferner müssen die Bremskräfte sicher in die Pfeiler übergeleitet
werden.

Diesen schwer zu vereinbarenden Anforderungen ist man in
folgender Weise gerecht geworden. Die ganze Fahrbahntafel ist
in jedem Ueberbau in drei von einander getrennte Gruppen ge-
teilt: eine Gruppe von einer Feldweite besteht aus den Quer-
trägern des Endknotenpunktes 0 über dem Auflager *A* und des

zunächst gelegenen Knotenpunktes 1 nebst den Schwellenträgern dieses Feldes; diese beiden Querträger sind fest mit den Hauptträgern verbunden (Abb. 3a u. 3b). Eine zweite, ganz gleiche Gruppe ist beim rechten Auflager B. Die dritte Gruppe besteht aus den übrigen Quer- und Schwellenträgern, also des mittleren Theiles des Ueberbaues von Knotenpunkt 1 bis Knotenpunkt 1'. Die Querträger dieser Gruppe sind — mit Ausnahme des mittelsten, am Knotenpunkt 7 belegenden — freischwebend und in der Längsachse der Brücke beweglich an den Knotenpunkten der Hauptträger aufgehängt (Abb. 4). Nur der mittelste Querträger ist mit

Die auf den mittleren, beweglichen Theil der Fahrbahn entfallenden Bremskräfte werden durch einen besonderen, rhombischen Bremsträger (vgl. Abb. 3b u. 4) von den Schwellenträgern übernommen und durch die Zugbänder über die Punkte 1 bzw. 1' in die festen Auflager der Hauptträger geleitet. Als Gurtungen des mit dem mittelsten Querträger zusammenhängenden Bremsträgers dient ein Theil der Winddiagonalen 6 7 und 7 6', als Pfosten wirken die Schwellenträger; außerdem sind noch besondere Diagonalstäbe eingeführt. Der Querträger 7 7 bleibt bei der Belastung des Bremsträgers spannungslos. Die auf die Endgruppen entfallenden Bremskräfte werden durch den Endquerträger 0 0 (bezw. 0' 0') aufgenommen, der sich auf die Endpfosten der Hauptträger und die Lagerspitze des unteren Windverbandes stützt (Abb. 2b). Um das Lockerwerden der Niete an den Verbindungsstellen der Schwellen- und Querträger zu verhüten, sind die beiden an einem Querträger zusammenstreichenden Schwellenträger mittelst sogenannter „Continuitäts-Platten“ miteinander verbunden. Diese Platten sind mit den oberen Gurtwinkeleisen der Schwellenträger vernietet und durch die Wandbleche der Querträger gesteckt (Abb. 5).

Windverbände. Es ist ein oberer und ein unterer Windverband vorgesehen. Der obere Windverband liegt zwischen den oberen Bogengurtungen und läuft von einem Auflager zum anderen; an den Enden laufen seine Gurtungen zu Spitzen zusammen, welche in Mittelachse der Brücke liegen. Er giebt seine Auflagerkräfte in das Auflagerportal ab. Damit die Hauptträger der zweigleisigen Brücke sich, ohne nennenswerthe Nebenspannungen zu erleiden, verschieden durchbiegen können, sind die Füllungsstäbe des Windverbandes nur durch Anschlussbleche mit den Hauptträgern verbunden. Um aber diese Bleche von dem Gewichte der Füllungslieder zu entlasten, sind noch gebogene Winkeleisen angeordnet, welche die verschiedenen Durchbiegungen gestatten sollen (Abb. 4).

Der untere Windverband ist ein wagerechter Träger, als dessen Gurtungen auf der mittleren Strecke von 1 bis 1' die Horizontalbänder wirken; in den Endfeldern sind besondere Gurtstäbe jederseits zu einem Schnabel zusammengezogen, wie bei dem oberen Windverband. Die Füllungslieder sind druckfähige, gekreuzte Diagonalen in jedem Felde: der Windträger ist so imstande, die empfangenen wagerechten Kräfte ohne Hülfe der Querträger nach den Auflagern zu übertragen. Die auf die Fahrbahn wirkenden wagerechten Kräfte müssen aber durch die Querträger auf die Knotenpunkte des Windträgers gebracht werden; deshalb sind die Querträger (in Abb. 2 punktirt) so in den Windträger hineingehängt, daß sie durch Berührung Druckkräfte übertragen können. Die Berührungs-Auflager zeigt Abb. 4; sie sind ähnlich denjenigen, welche von denselben Verfassern für die Bonner Rheinbrücke (Centralbl. d. Bauverw. 1895, S. 70) vorgeschlagen waren. Damit auch hier ungleiche Durchbiegungen beider Hauptträger möglichst geringe Nebenspannungen hervorrufen, sind die Winddiagonalen an das Zugband in lothrechttem Sinne durch wagerechte Bleche angeschlossen, welche kleine Winkeländerungen zulassen. Um aber diese Bleche für die Aufnahme des Eigengewichts besser geeignet zu machen, hat man sie in Nuthen gesetzt, welche in die Druckplatten eingehobelt sind. Eine weitere sehr bemerkenswerthe Einzelheit bieten noch die Auflager. Wegen des großen Abstandes der Hauptträgerachsen von einander (9 m) sind je ein festes, ein längsbewegliches, ein querbewegliches und ein längs- und querbewegliches Auflager vorgesehen, wie dies bereits mehrfach ausgeführt ist. Das Lager mit Längs- und Querbeweglichkeit wurde bisher durch Anordnung zweier über einander stehenden Pendelsysteme gebildet, welche im Grundrifs senkrecht zu einander gerichtet waren. Die Lager werden dadurch sehr hoch. Hier ist deshalb vorgeschlagen, das längs- und querbewegliche Lager durch Schrägstellen der Pendelachsen im Grundrifs herzustellen. Horizontalband- und Querträger liegen unter der Fahrbahn, also im Schatten, und werden annähernd gleiche Temperatur haben, also auch gleiches Ausdehnungsverhältniß aufweisen. Die Wegrichtung des betreffenden Auflagers wird demnach in die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks fallen, dessen Katheten bezw. Stützweite und Achsen-

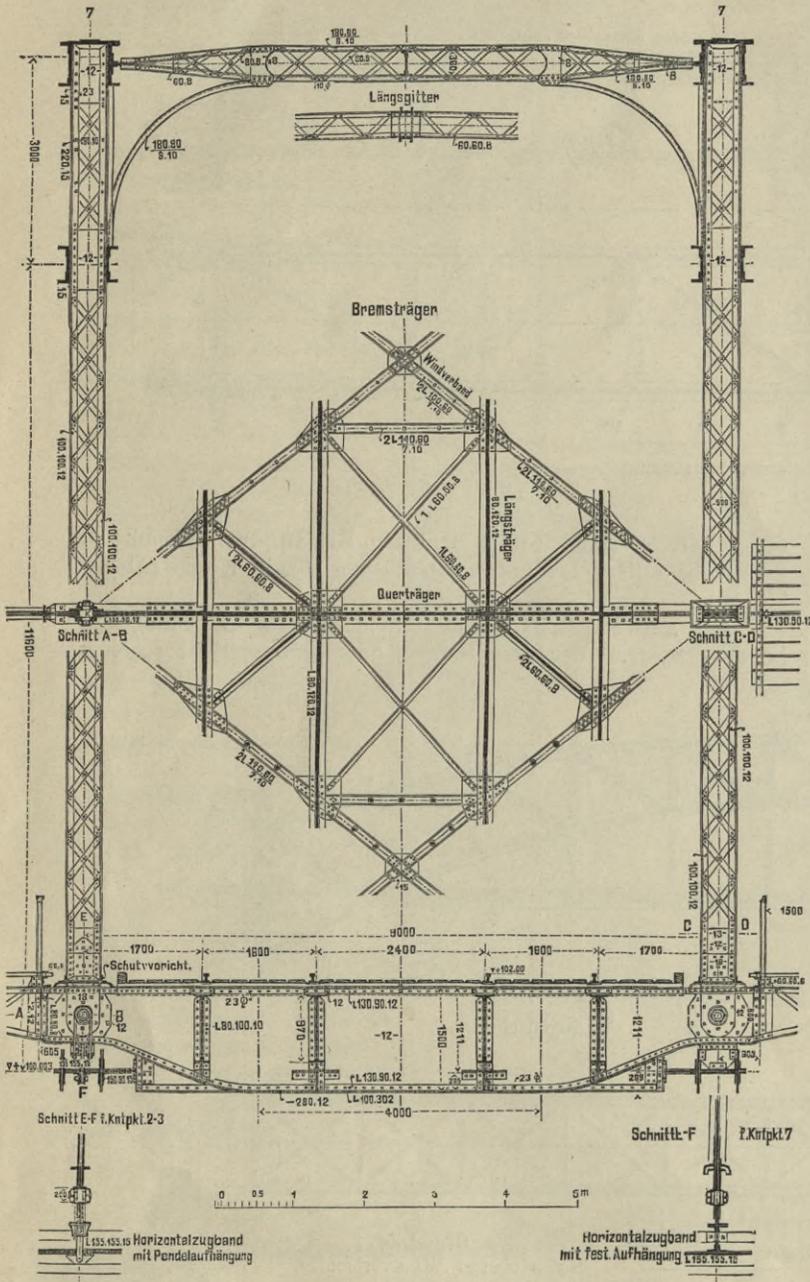


Abb. 4. Querschnitt der seitlichen Stromöffnung.

dem Horizontalband fest verbunden, um Wandern des mittleren Theils zu verhüten und um die auf diese Gruppe kommenden Bremskräfte aufnehmen und weiter befördern zu können. Die zu diesem Zwecke noch getroffenen Vorkehrungen werden weiterhin besprochen. Die Schwellenträger sind mit den Querträgern fest verbunden; nur in den Grenzen der Gruppen, d. h. bei Knotenpunkt 1 und 1', sind sie auf den betr. Querträgern beweglich mittels Gleitlager auf auslegerartigen Verlängerungen der Endschwellenträger 0 1 und 0' 1' gelagert (Abb. 5). Der wagerechte, für das Zugband 1 1' bestimmte Zug kann auf diese Weise den Seitenweg durch die Schwellenträger nicht einschlagen: er muß den vorgeschriebenen Weg durch die beiden Zugbänder der Hauptträger nehmen.

entfernung beider Hauptträger sind. Die Pendelachsen sind deshalb senkrecht zu der angegebenen Hypotenusenrichtung gestellt. Für eine Seitenöffnung ergibt sich der Winkel α der Pendelachsen gegen die Senkrechte zur Brückenachse, da $\text{tg } \alpha = \frac{9}{102,2}$, zu $\alpha = 5^{\circ} 2'$. Die elastische Ausdehnung infolge der Verkehrsbelastung wird dann freilich im unteren Querriegel des Portals eine Zusatz-Inanspruchnahme erzeugen; doch ist diese nach Berechnung des Erfinders verhältnismäßig klein.

Die ermittelten Eisengewichte sind:

	Gesamtgewicht	Auf 1 m ein-gleis. Brücke berechnet
	kg	kg
Die Seitenöffnung von 102,2 m Stützweite .	784 063	3836
Die Mittelöffnung von 116,8 m Stützweite .	976 792	4182
Für einen eingleisigen Ueberbau von 38,7 m Stützweite	82 300	2127

II. Preis. Kennwort: „Rheinpfalz“. Verfasser: Maschinenbau-Actien-Gesellschaft Nürnberg (Filiale Gustavsburg,

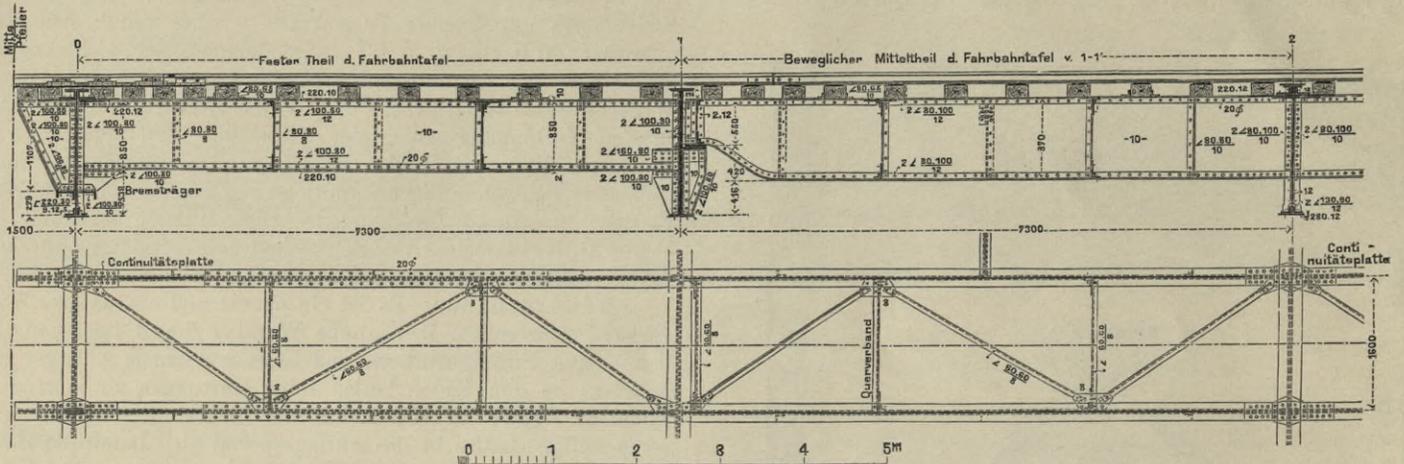


Abb. 5. Einzelheiten der Fahrbahn.

Die Bogenträger der Fluthöffnungen sind zweigelenkige Bogenfachwerke. Für jedes Gleis ist hier ein besonderer Brückenkörper vorgeschlagen, der sich lothrecht unabhängig von dem anderen durchbiegen kann. Pfeilhöhe ist (rund) $\frac{1}{7}$ der Stützweite, d. h. bzw. 6,1 m, 5,6 m, 5,1 m.

Generaldirector A. Rieppel), Grün u. Bilfinger in Mannheim, Großh. Baurath K. Hofmann, Stadtbaumeister in Worms (Abb. 6 bis 10).

Der Entwurf stimmt sowohl in der Gesamtanordnung wie in dem System der Hauptträger mit dem erstbesprochenen

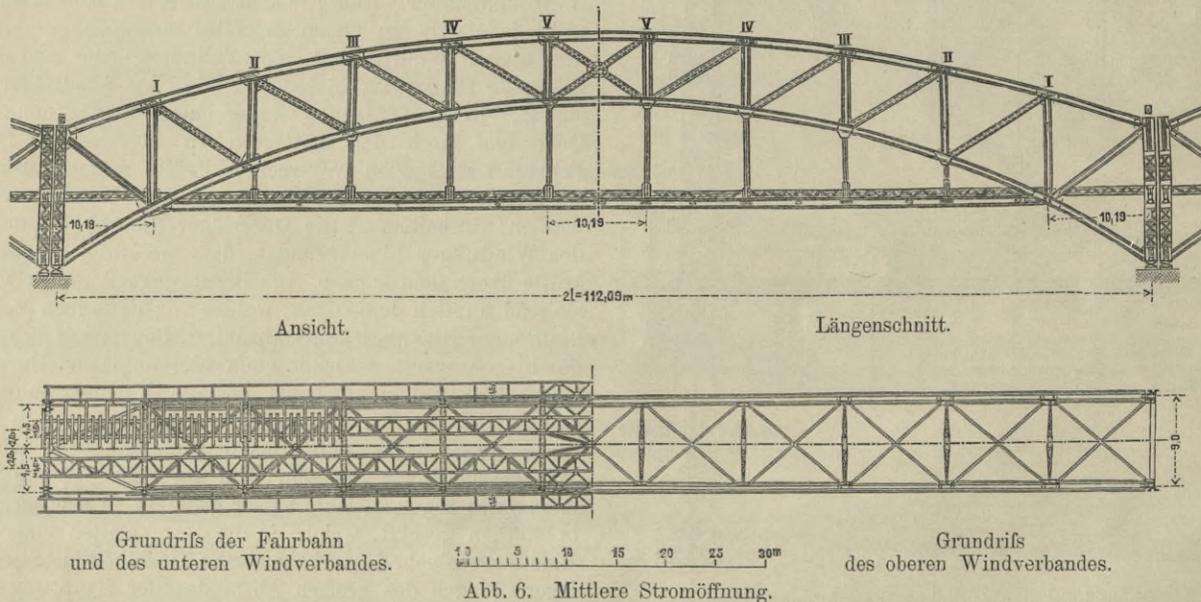


Abb. 6. Mittlere Stromöffnung.

Sämtliche Pfeiler sollen auf Beton zwischen eisernen (aus I-Trägern hergestellten) Spundwänden (vgl. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 82, Abb. 22) gegründet werden; bei den Strompfeilern ist Beton auf Pfählen, sogenannte „Pfahlbürste“, vorgesehen.

Das Gesamtbild des Bauwerks mit dem durch die begrenzenden wohlabgewogenen Pfeileraufbauten besonders herausgehobenen Mitteltheil und mit den in Gruppen getheilten Vorlandöffnungen ist ein überaus ansprechendes, die Architektur sehr gelungen, die Eisenconstruction vortrefflich. Letztere verbindet eine schöne Linienführung mit einfacher, klarer Uebertragung der lothrechten und wagerechten Belastungen in die Auflager. Die Nebenspannungen sind möglichst ausgeschaltet.

überein; auch die Durchbildung im einzelnen zeigt an vielen Stellen das Streben nach den gleichen Zielen: Unabhängigkeit der Fahrbahn von den elastischen Formänderungen der Hauptträger, Möglichkeit verschiedener Durchbiegung beider Hauptträger bzw. beider Gleise, ohne dass Nebenspannungen erzeugt werden, Befreiung der Strompfeiler von wagerechten Seitenkräften. Die drei Stromöffnungen sind durch Bogenträger mit aufgehobenem wagerechten Schub überbrückt, deren Stützweiten 101,90 m, 112,09 m und 101,90 m sind. Für die Fluthöffnungen sind zwei Lösungen eingereicht, eine mit 9 Parallelträgern von je 42,08 m Stützweite, eine zweite mit 7 zweigelenkigen Flachwerkbogen von je 51,072 m Kämpferweite.

Die Ueberbauten der Hauptöffnungen. Für die beiden Gleise sind zwei Hauptträger mit 9 m Abstand vorgesehen, die Form der Hauptträger (Abb. 8) ist dieselbe wie bei dem Entwurf „Eisenbahnbrücke Worms“. Für alle drei Öffnungen ist die gleiche Feldweite, 10,19 m, gewählt; die Mittelöffnung hat 11, jede Seitenöffnung 10 solche Felder; das Zugband in Höhe der Fahrbahn unterspannt 9 bzw. 8 Felder. Damit das Zugband nicht als durchhängend erscheine, sind die Fahrbahn auf der Brücke und die mit ihr fast genau gleichlaufenden Zugbänder nicht wagerecht, sondern in einen Bogen von 32 000 m Halbmesser gelegt, an welchen sich die Fahrbahn berührend anschließt, einerseits mit Steigung 1:500, andererseits mit Fall 1:200. Auch hier ist die Fahrbahn von den Hauptträgern soweit unabhängig gemacht, daß sie an den elastischen Längenänderungen des Zugbandes nicht theilnimmt. Die ganze Fahrbahn ist zu diesem Zweck als zusammenhängender elastischer Rost hergestellt, der nur in oder nahe der Mitte jeder Oeffnung an einer Stelle mit dem Zugbande fest verbunden ist, sonst aber durchweg längsverschieblich gelagert ist. Alle Querträger ruhen (Abb. 10) beweglich auf Stützplatten, die nach Cylindern von großem Halbmesser gekrümmt sind. Die Cylinderachse ist parallel zur Brückenachse, sodafs die Querträger sich frei durchbiegen können, ohne daß Nebenspannungen in den Hängepfosten auf-

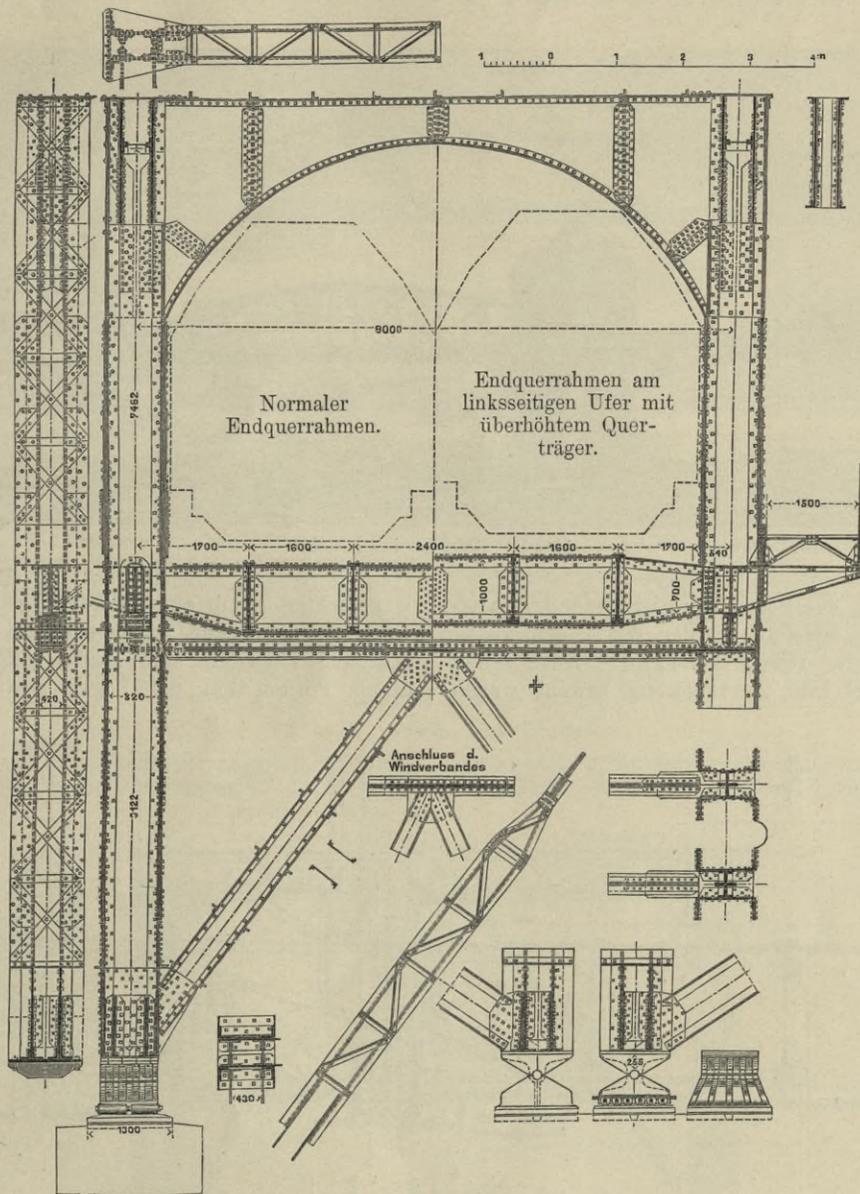


Abb. 7. Endquerrahmen der Stromöffnung.

Gitterförmige Randlängsträger verbinden die Querträger über ihren Auflagern (Abb. 10) mit einander, damit sich die Querträger nicht infolge der an den Auflagern entstehenden Reibungswiderstände verbiegen, falls die Schienenträger ihre Länge ändern. Auch hier sind die Schwellenträger zweier Nachbarfelder innig mit einander in Verbindung gebracht: die Obergurte sollen bei der Kreuzung mit den Querträgern über die

Querträger-Obergurte hinübergeführt werden, während die durch Deckplatten ersetzten Untergurte durch die entsprechend verstärkten Verticalbleche der Querträger durchgeschlitzt werden. Zwei Windverbände sind angeordnet: ein oberer, zwischen den Obergurten, ein unterer, zwischen den Zugbändern. Beide laufen von Pfeiler zu Pfeiler und finden ihre Lager in wagerechtem Sinne an steifen Endquerrahmen, welche die wagerechten Kräfte in das Pfeilermauerwerk leiten. Der untere Windverband läuft auch hier über jedem Pfeiler in einen Schnabel zusammen (Abb. 6). Die Bremskräfte werden durch besondere Streben, welche in dem an den unverschieblichen Querträger anschließenden Felde angebracht sind, in die Zugbänder geleitet (Abb. 6); die Bremsstreben laufen am Querträger von denjenigen Stellen aus, an welchen die inneren Schienenträger ansetzen, nach dem nächsten Kreuzungspunkt der Winddiagonalen. Die Schwellen sollen mittels der bekannten Schwellenhalter auf den Schienenträgern be-

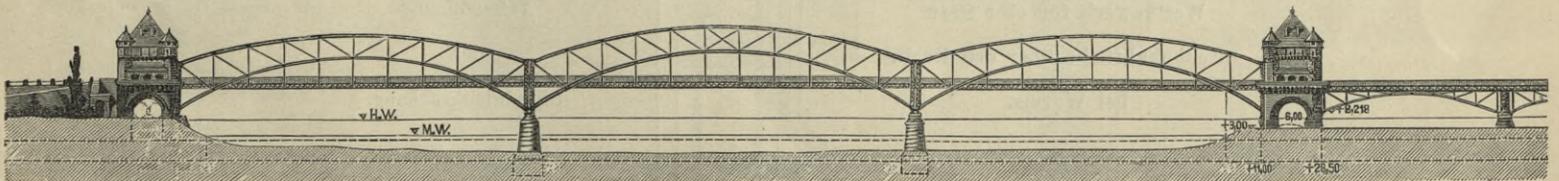


Abb. 8. Gesamtansicht.

Entwurf „Rheinpfalz“ der Maschinenbau-Actien-Gesellschaft Nürnberg (Filiale Gustavsburg, Generaldirector **A. Rieppel**), der Bauunternehmer **Grün** und **Billfinger** in Mannheim und des Großherzogl. Bauraths **Karl Hofmann**, Stadtbaumeister in Worms. II. Preis.

treten. Damit aber die wagerechten, senkrecht zur Brückenachse auf die Fahrbahn wirkenden Kräfte durch die Querträger auf die Zugbänder — die Gurtungen des unteren Windträgers — übertragen werden können, haben die oberen Lagerplatten der Querträger seitliche Anschläge. Nur bei dem in bzw. nahe der Mitte belegenden, fest verbundenen Querträger sind oberer und unterer Theil des Lagerkörpers durch einen Dorn so mit einander vereinigt, daß auch Längsverschiebungen verhindert sind.

festigt werden. Bei dieser Befestigungsart sind besondere Schienenauszüge auf Grund der gemachten Erfahrungen nicht als erforderlich erachtet.

Die Ueberbauten der Fluthöffnungen zeigen vier Hauptträger, für jedes Gleis zwei; dabei werden die wagerechten Schubkräfte möglichst gleichmäfsig auf den ganzen Pfeiler vertheilt. Verbindung beider Einzelbrücken findet durch unversteifte Vierecke statt, welche wohl die wagerechten Bewegungen einer Brücke

auf die andere übertragen, aber verschieden große lotrechte Verschiebungen bei ungleicher Belastung beider Brücken ermöglichen. Die Gründung der Strompfeiler soll mittels Pressluft erfolgen, diejenige beider Thorthürme und der Fluthbrückenpfeiler auf Beton über Pfahlköpfen.

Die in Abb. 9 zur Anschauung gebrachte architektonische Ausbildung des Entwurfes zeigt ähnliche große Auffassung der

je 44,8 m, 40,8 m, 36,8 m überspannt. Durchweg zwei Hauptträger für zwei Gleise. Die Fahrbahn ist in den drei großen Öffnungen wagerecht, die Zufahrtsrampen weisen ein Steigen nach bzw. Fallen von der Brücke 1:250 auf. Die Kämpfer der Fluthöffnungen liegen in einer geneigten Geraden.

Die Hauptöffnungen. Im Gegensatz zu den beiden oben betrachteten Entwürfen sind hier Bogenträger verwandt, deren

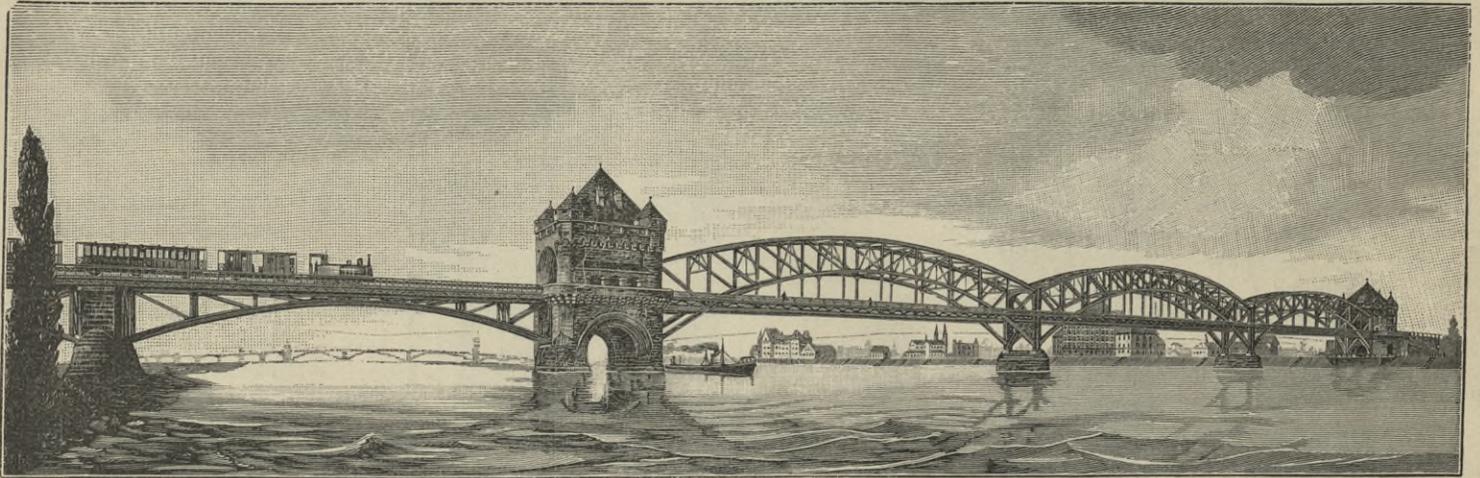
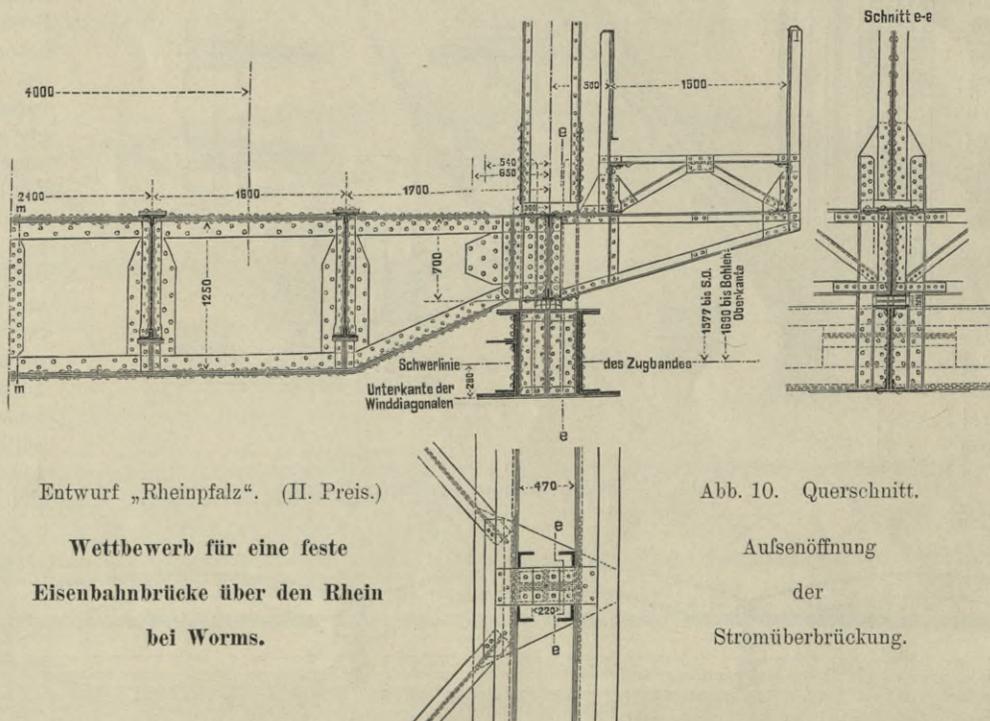


Abb. 9. Ansicht der Brücke.

Aufgabe und Beherrschung der Formensprache, wie der preisgekrönte Entwurf desselben Meisters bei der Wormser Straßenbrücke (Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 54, 56). Auch dieser ganze Entwurf verdient höchste Anerkennung sowohl wegen

wagerechter Schub an den Kämpfern auf die Pfeiler übertragen wird. Die Fahrbahn ist zwischen die Hauptträger versenkt, im mittleren Theil an dem Bogen aufgehängt, in den Zwickeln durch Pfosten auf die Bogen gestützt. Zwei Windverbände



Entwurf „Rheinpalz“. (II. Preis.)

Wettbewerb für eine feste Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Worms.

Abb. 10. Querschnitt.

Außenöffnung der Stromüberbrückung.

seiner Gesamtanordnung wie wegen der constructiven und architektonischen Durchbildung im ganzen und im einzelnen.

Ein III. Preis. Kennwort: „Bogen“. Verfasser: Maschinenfabrik Elslingen in Elslingen (Oberingenieur J. Kübler), Architekt O. Rieth in Berlin, Bauunternehmer O. u. E. A. Menzel, Elberfeld-Ludwigshafen (Abb. 11 bis 14).

Drei gleiche Stromöffnungen und neun Fluthöffnungen, außerdem die verlangten Unterführungen linksrheinisch sind vorgesehen. Die Hauptöffnungen sind durch gleiche Zweigelenkbogenträger von 102 m Kämpferweite, 17,6 m Pfeil, die Fluthöffnungen durch drei Gruppen von Zweigelenkbogen mit Stützweiten von

nehmen die wagerechten Windkräfte auf: ein oberer und ein unterer. Der obere Windverband reicht von Pfeiler zu Pfeiler; im mittleren Theile, soweit dies der frei zu haltende Durchfahrtsquerschnitt gestattet, zwischen den Obergurten des Bogens, welche zugleich als Gurtungen des Windträgers dienen (Abb. 14, von 4° bis zu dem entsprechenden Punkte rechts der Mitte); in den jederseits den Kämpfern zunächst liegenden drei Feldern ist er wagerecht über der Fahrbahn bis zu den Pfeilern weitergeführt, mit diesen aber nicht in Verbindung gebracht (Abb. 14, von 4° bis 7° bzw. in gleicher Weise rechts der Mitte). Der untere Windverband besteht aus einem mittleren, unter der

Brückenbahn gelegenen Theile, der von Knotenpunkt 5 bis Knotenpunkt 5₁ reicht und in den beiden Querschnitten dieser Knotenpunkte längsbeweglich gelagert ist, sodafs er nur lothrecht zur

punkten 5 und 5₁ die Fahrbahn von den elastischen Bewegungen des Bogens unabhängig gemacht.

Auch die Fluthöffnungen haben nur zwei Hauptträger er-

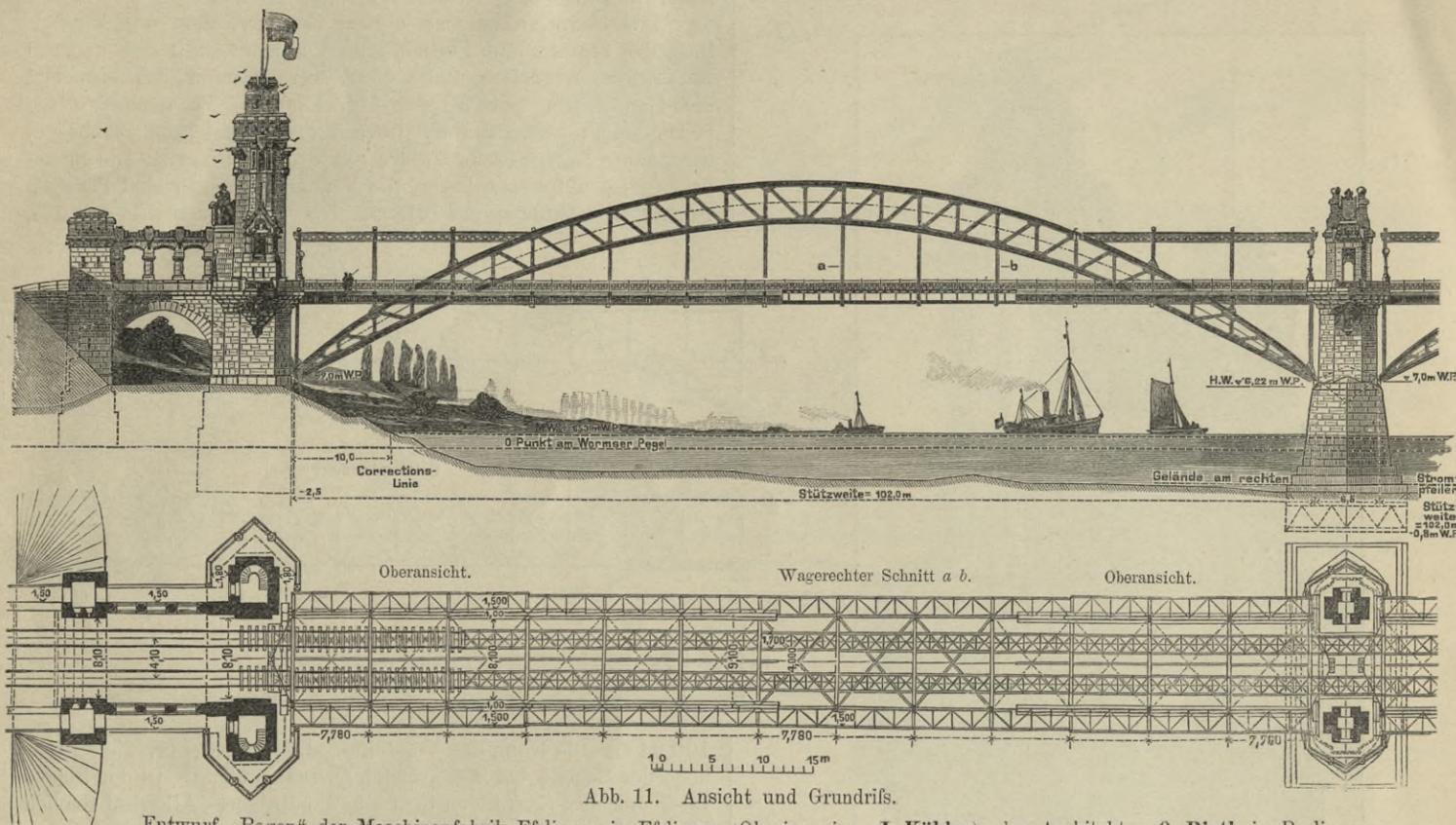


Abb. 11. Ansicht und Grundrifs.

Entwurf „Bogen“ der Maschinenfabrik Eßlingen in Eßlingen (Oberingenieur **J. Kübler**), des Architekten **O. Rieth** in Berlin und der Bauunternehmer **O. und E. A. Menzel** in Elberfeld-Ludwigshafen. Ein III. Preis.

Brückenachse wirkende wagerechte Kräfte übertragen kann (Abb. 14). Als Gurtungen dieses wagerechten Trägers dienen die unteren Gurtungen der durchlaufenden Gehwegträger (vgl. den Querschnitt der Brücke, Abb. 12); diese sind bei den Knotenpunkten 5 und 5₁ unterbrochen, damit sie nicht als wagerechtes Zugband des Hauptbogens wirken. Von den Auflagerpunkten 5 und 5₁ dieses wagerechten, eingehängten Trägers aus läuft der Windverband weiter zwischen den Untergurten der Bogenträger hinab zu den Kämpfern; außerdem ist er aber noch unter und parallel der Fahrbahn bis nach den Pfeilern geführt und gegen diese seitlich gestützt. Der zwischen den Untergurten des Bogenträgers liegende Windverband wirkt als Ausleger (Abb. 14).

Die Querträger sind mit den Hauptbogenträgern fest verbunden, die Schwellenträger an je einem Ende fest, an dem anderen Ende längsbeweglich an den Querträgern befestigt. Hierdurch wird im Verein mit der Unterbrechung der Gehwegträger an den Knoten-

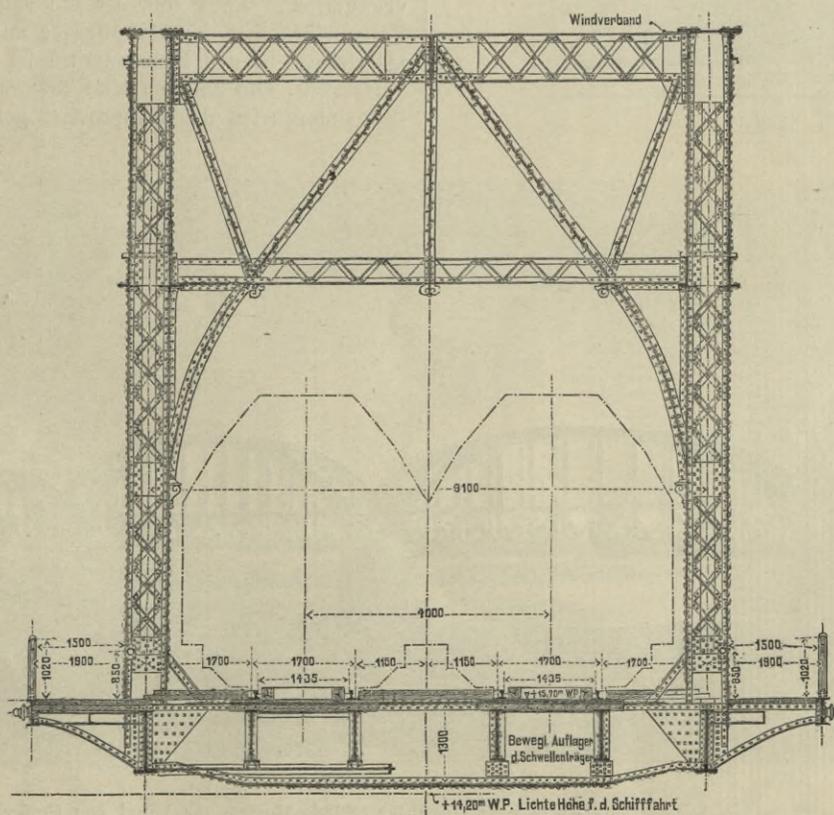


Abb. 12. Querschnitt der Stromöffnung.

halten: Zweigelenk-Sichelbogen mit Pfosten und einfachen Schrägstäben; ein oberer Windverband liegt unter der Fahrbahn und ist auf den Pfeilern jederseits zu einem Schnabel zusammengeführt; als Gurte dienen auch hier die Untergurte der Gehwegträger; ein unterer Windverband liegt zwischen den Bogengurtungen. Die Strompfeiler sollen mit Hilfe von Pressluft gegründet werden.

Der mit großer Sachkenntnis und Ueberlegung durchgearbeiteten Construction steht die architektonische Ausbildung ebenbürtig zur Seite. Thurmaufbauten mit großgedachter Architektur rahmen die Hauptöffnungen schön ein und heben diesen Theil des Bauwerkes als Haupttheil vortrefflich hervor. Abb. 13 giebt eine Ansicht der Thurmaufbauten von der Landseite gesehen.

Eine zweigleisige Stromöffnung hat ein Eisengewicht von 802 t, also entfällt auf 1 m eingleisiger Brücke ein Eisengewicht von $\frac{802\ 000}{2 \cdot 102} = 3932$ kg

(darunter für die Hauptträger allein 417 t, das heißt auf 1 m eingleisiger Brücke 2044 kg); eine zweigleisige Fluthöffnung von 40,8 m Stützweite hat ein Eisengewicht von 178,7 t, demnach

Ein III. Preis: Kennwort: „Eisenbahn“. Verfasser: Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg, Filiale Gustavsburg (General-Director A. Rieppel), und Konradin Walther, Professor in Nürnberg. (Abb. 15 bis 19).

Das Hauptinteresse an diesem Entwurf, der, was Eintheilung der Strom- und Fluthöffnungen anlangt, mit den anderen Entwürfen im großen und ganzen übereinstimmt, beanspruchen die Hauptträger der Stromüberbrückungen. Es sind das die bisher selten ausgeführten, durch Träger versteiften Stabbogen, sogenannte Langersche Träger mit drei Gurtungen. Die Bogen haben hier elliptische Form, die Versteifungsträger sind Parallelträger. Die Stützweiten betragen bezw. 100,94 m, 116,476 m,

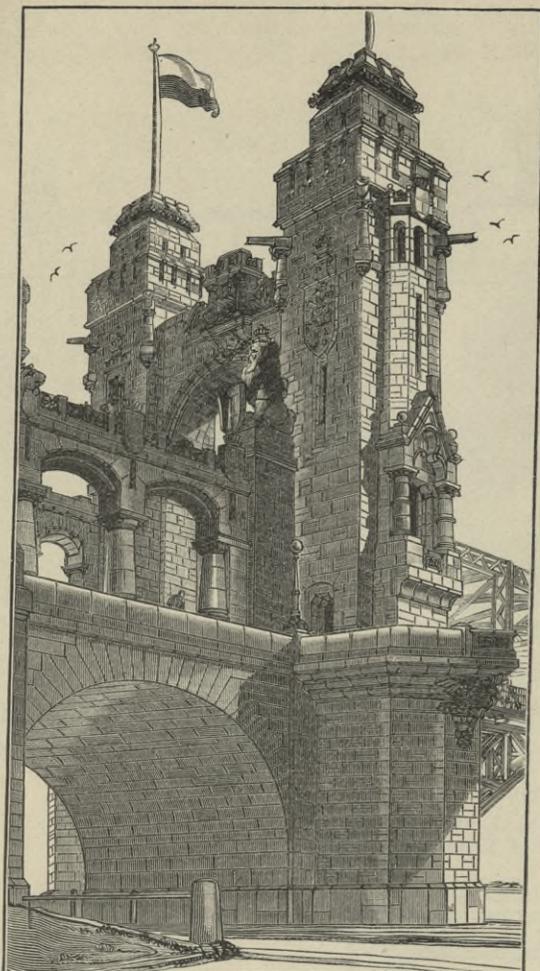


Abb. 13. Pfeilerbau.

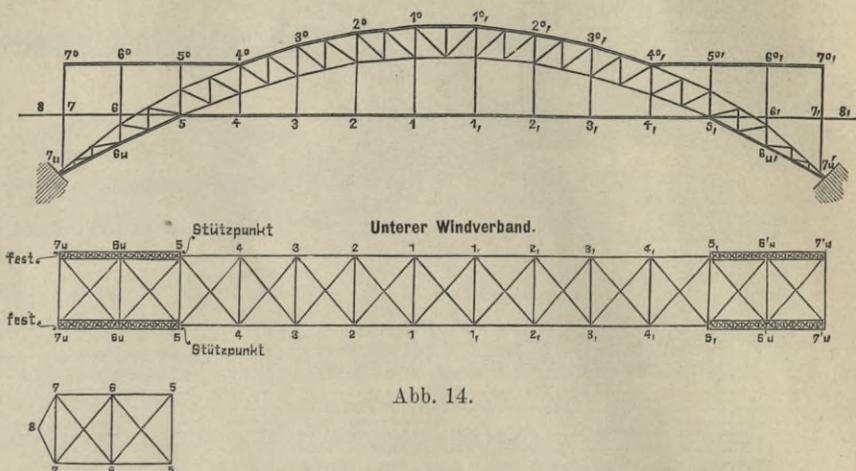


Abb. 14.

100,94 m. Die Höhe des Versteifungsträgers ist 7 m, die Mithöhe des Bogens bei der größten Oeffnung 22 m. In der Fläche jeder der drei Gurtungen liegt ein Windträger. Alle drei reichen bis zu den steifen Endquerrahmen über den Auflagern: Quer-
versteifungen in den Ebenen der Pfosten sind demnach nicht erforderlich. Auch hier ist die Fahrbahn von den elastischen Formänderungen der Hauptträger unabhängig gemacht: nur der Querträger in der Brückenmitte ist fest mit den Hauptträgern verbunden, alle anderen sind längsverschieblich und derartig auf den Untergurten der Hauptträger gelagert, daß sie sich in der



Abb. 15. Gesamtansicht.

Holzstich von O. Ebel, Berlin.

Entwurf „Eisenbahn“ der Maschinenbau-Actien-Gesellschaft Nürnberg (Filiale Gustavsburg) und von Professor Konradin Walther in Nürnberg. Ein III. Preis.

entfällt auf 1 m eingleisiger Brücke ein Eisengewicht von $\frac{178\,700}{2 \cdot 40,8} = 2190$ kg.

Belastungs-Ebene drehen können (Abb. 17). Auf den festen Querträger in der Brückenmitte werden die Bremskräfte ähnlich, wie bei „Rheinfalz“ (S. 7) geleitet. Die Endquerträger sind

mit den Auflagerpfosten zu einem steifen Rahmen verbunden, an welchen die Endschwellerträger beweglich ansetzen. Abb. 15

„Bogen“, so bedeutete er doch eine sehr anerkennenswerthe, tüchtige Leistung.

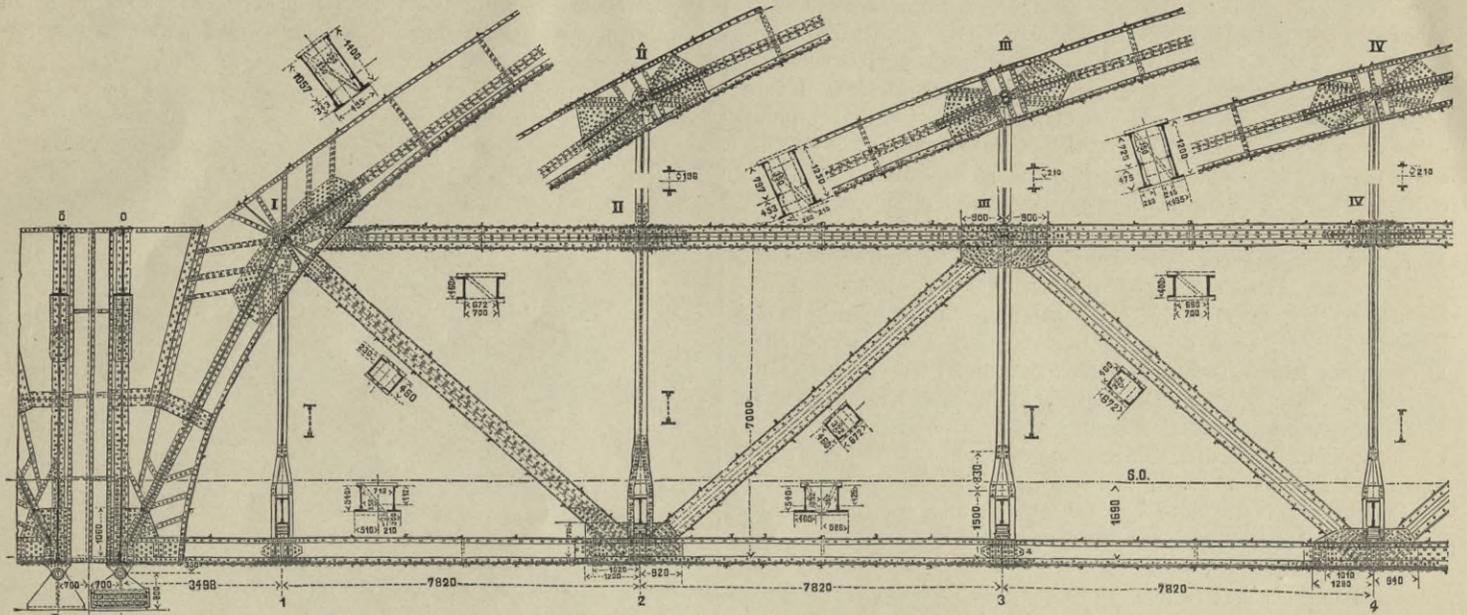


Abb. 16. Hauptträger der Mittelöffnung.

zeigt die Gesamtansicht der Brücke, Abb. 17 den Querschnitt. Mittlere und untere Gurtung haben vernietete, die Bogengurtung hat Gelenkknotenpunkte. Einige dieser Knotenpunkte zeigen die Abb. 16, 18 u. 19. Bei Knotenpunkt I (Abb. 19), in welchem Bogengurtung und mittlere Gurtung zusammenkommen, sind die Stäbe des Versteifungsträgers durch Knotenbleche mit einander verbunden; diese schliessen an die Bogengurtung mittels des Gelenkbolzens an. Die Construction ist mustergültig durchgeführt, die Architektur der Pfeiler ansprechend. Die gesamte Ansicht mit den drei steil ansteigenden Ellipsen würde aber voraussichtlich nicht schön wirken.

Der Entwurf mit dem Kennwort „Semper eadem“ zeigte für die Hauptöffnungen Bogenträger mit versenkter Fahrbahn, ähnlich wie derjenige mit dem Kennwort „Bogen“. Wenn er auch in Construction und architektonischer Ausbildung nicht ganz auf gleicher Höhe stand, wie

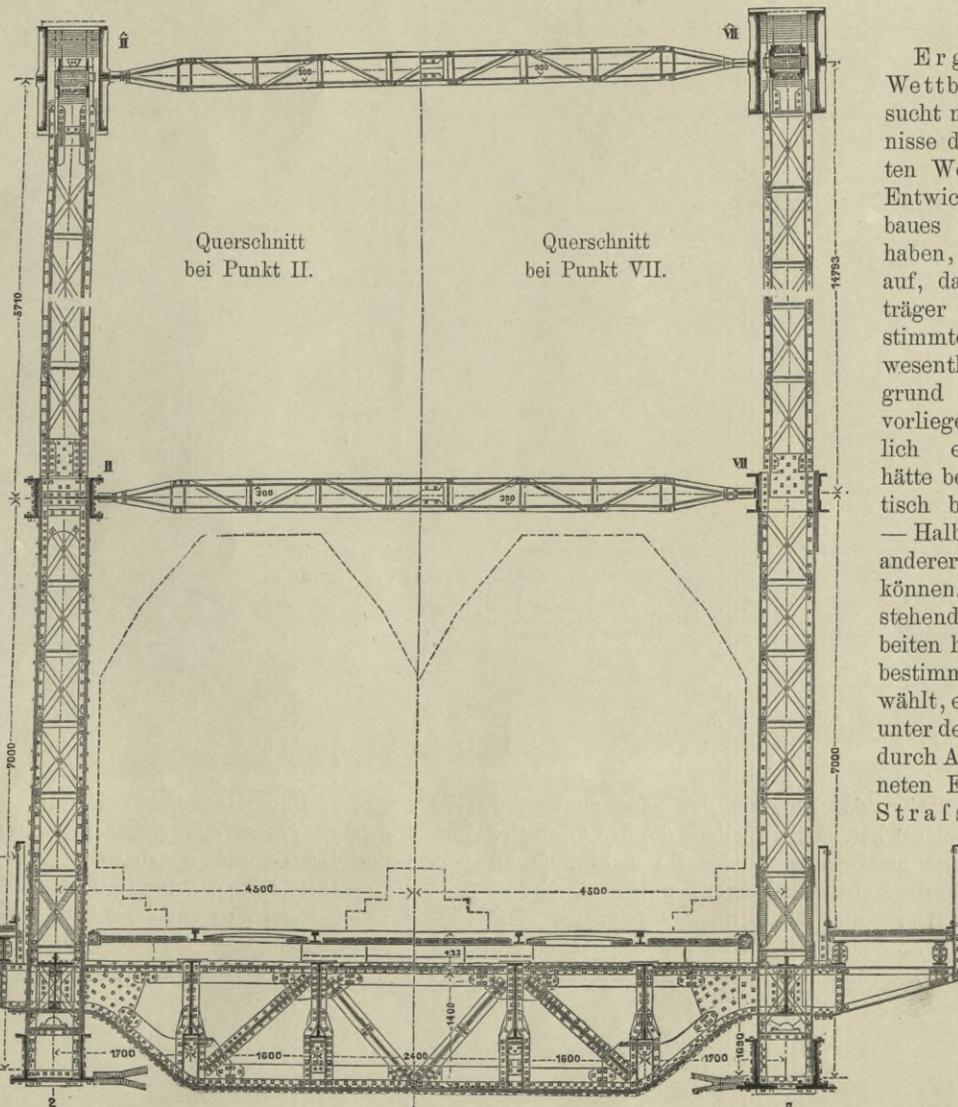


Abb. 17.

Ergebnisse des Wettbewerbes. Untersucht man, welche Ergebnisse dieser und die letzten Wettbewerbe in der Entwicklung des Brückenbaues zutage gefördert haben, so fällt zunächst auf, daß für die Hauptträger die statisch unbestimmten Constructionen wesentlich in den Vordergrund treten. Die hier vorliegende, an sich ziemlich einfache Aufgabe hätte bequem mittels statisch bestimmter Träger — Halbparabelträger oder anderer — gelöst werden können. Aber alle vorstehend besprochenen Arbeiten hatten statisch unbestimmte Träger gewählt, ebenso befand sich unter den mit Preisen oder durch Ankauf ausgezeichneten Entwürfen für die Strafsenbrücke bei

Worms keiner mit statisch bestimmten Hauptträgern. Es gewinnt fast den Anschein, als ob auch auf dem Gebiete des Brückenbaues die Mode ihr tyrannisches

Scepter schwingt. Vor dreißig Jahren strebte man danach, die Träger thunlichst statisch bestimmt zu machen; man verbannte

in Deutschland die durchgehenden Träger bis auf die Stellen, an welchen sie nicht gut entbehrt werden konnten, und setzte an ihre Stelle die statisch bestimmten Balkenträger mit zwei Lagern bzw. die Auslegerträger (Gerberträger). Man ächtete gleicherweise die gelenklosen Bogenträger und bevorzugte die dreigelenkigen Bogen trotz ihrer damals sehr großen constructiven Mängel und Unzutraglichkeiten vor den Zweigelenkbogen. Heute dagegen muß ein Träger wenigstens einfach statisch unbestimmt sein; doch werden auch Constructionen ausgeführt oder in Vorschlag gebracht, welche mehrfach statisch unbestimmt sind: so ist die Thalbrücke bei Müngsten (Centrabl. d. Bauverw. 1895, S. 161 ff.) ein dreifach statisch unbestimmter Bogen, für die Wormser Strafenbrücke war der Entwurf „Eisenkette“ dreifach, der Entwurf „Hessen und bei Rhein“ gar vierfach statisch unbestimmt. Man hat eben durch die bedeutenden Fortschritte in der Theorie gelernt, auch derartige Constructionen sicher und ohne allzugroßen Müheaufwand zu berechnen, und hervorragende Constructeure üben und stählen naturgemäß ihre Kräfte gern an schwierigen, interessanten Aufgaben. Immerhin ist zu erwägen, ob man nicht neuerdings hierin etwas weit geht. Die grundsätzlichen Bedenken gegen statisch unbestimmte Constructionen sind nicht gehoben: jeder bei der Ausführung gemachte Fehler in der geometrischen Form der Träger, in der Lage der Auflager bzw. Kämpfer hat unter Umständen wesentliche Aenderungen in den Beanspruchungen zur Folge: sorgfältigste Arbeit in der Werkstatt und bei der Aufstellung ist erforderlich.

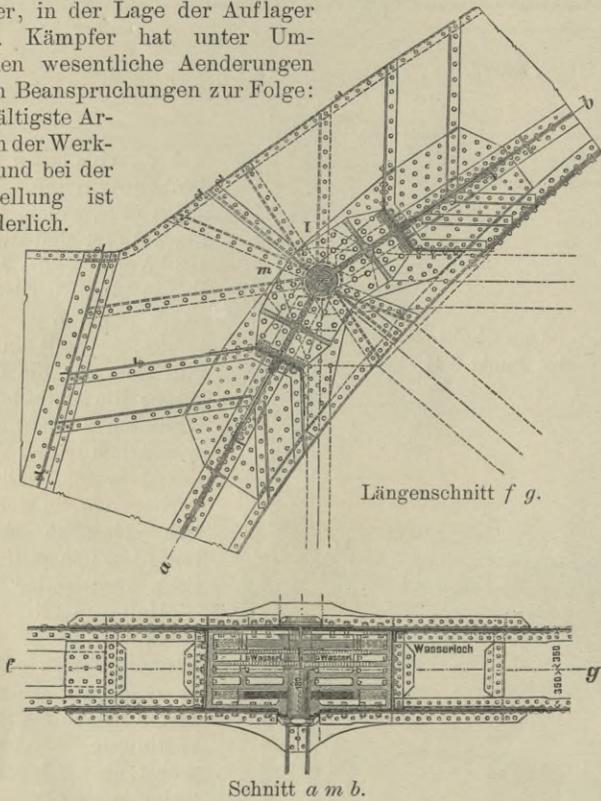


Abb. 19. Gelenknotenpunkt I.

Weiter lehrt aber das Studium der neueren Wettbewerbe auch, daß man gelernt hat, Fehlerquellen, die den alten Brückenbauten anhafteten, zu beseitigen oder ihren Einfluß zu verringern, vor allem die Nebenspannungen, welche durch die feste Verbindung der Quer- und Hauptträger entstanden. Die Einspannungsmomente an den Auflagerstellen der Querträger werden durch Kipplagerauflagerung oder Gelenkbolzenaufhängung der-

selben vermieden. Solche Lagerung ist bereits vielfach mit gutem Erfolg ausgeführt, nicht nur in Deutschland, sondern auch in Rußland in großem Maßstabe. Die Abb. 4, 10, 17 geben höchst beachtenswerthe Beispiele. Hier sind auch zu erwähnen die Vorkehrungen, welche getroffen sind, um un-

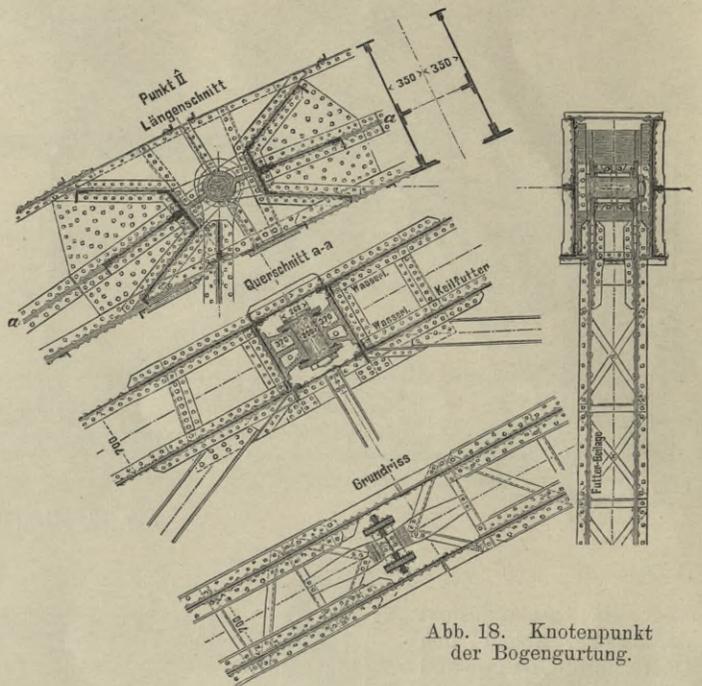
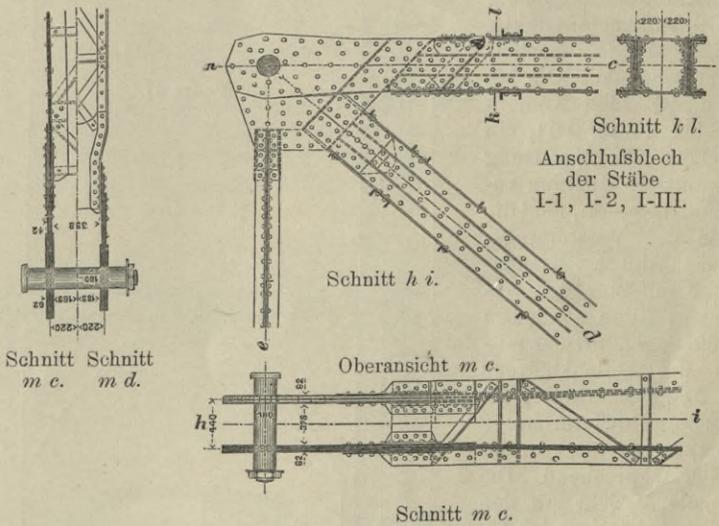


Abb. 18. Knotenpunkt der Bogengurtung.



Schnitt Schnitt
m c. m d.

Schnitt m c.

gleiche Durchbiegungen beider Hauptträger zu ermöglichen, ohne daß nennenswerthe Nebenspannungen entstehen, die Anordnung des längs- und querbeweglichen Lagers sowie die sorgfältige Berücksichtigung der wagerechten Windkräfte, denen man einen zweifellosen Weg gewiesen hat. Die deutschen Ingenieure können mit Befriedigung auf die Wettbewerbe um die Rheinbrücken bei Worms zurückblicken.



Der Rheinstrom

und seine wichtigsten Nebenflüsse

von den Quellen bis zum Austritt des Stromes

aus dem Deutschen Reich.

Eine hydrographische, wasserwirtschaftliche und wasserrechtliche Darstellung mit vorzugsweise eingehender Behandlung des Deutschen Stromgebietes.

Im Auftrage der Reichscommission zur Untersuchung der Rheinstromverhältnisse herausgegeben von dem
Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie
im **Großherzogthum Baden.**

Mit 9 Uebersichtskarten und Profilen nebst einer Stromkarte des Rheines in 16 Blättern
Text groß Quart XXXII und 359 Seiten geb.
1889. Preis 45 Mark.

Verzeichniss des Inhalts.

I. Theil.

Hydrographie und Wasserwirtschaft.

- I. Geographische Lage und Gliederung des Stromgebietes.
- II. Der Gebirgsbau.
- III. Die geologischen Verhältnisse.
- IV. Die Gestaltung der Strom- und Flusgerinne und ihre Geschiebeführung.
- V. Die Verwaltung des Stromgebietes.
- VI. Die klimatischen Verhältnisse.
- VII. Der Wasserhaushalt.
- VIII. Wasserschutz und Wasserbenutzung.

II. Theil.

Recht und Verwaltung des Wasserwesens.

- I. Das Wasserrecht und seine geschichtliche Entwicklung.
- II. Der Wasserlauf und seine Bestandtheile.
- III. Der Wasserschutz.
- IV. Die Wasserstrasse und ihre Zubehörden.
- V. Die Wasserbenutzung.
- VI. Die Wasserverwaltung.
- VII. Wasser und Wald.

Verzeichniss der Kartenbeilagen.

- 6 Uebersichtskarten des Rheingebietes von den Quellen bis zum Austritt des Stromes aus dem Deutschen Reich.
Geologische Profile durch das Rheingebiet.
Uebersichtslängenprofil des Rheins und seiner wichtigeren Nebenflüsse von der Vereinigung des Vorder- und Hinterrheins bis zur Reichsgrenze gegen Niederland.
Schematische Grundrissdarstellung des Ueberschwemmungsgebietes des Rheinstroms vom Bodensee bis Vimmer.
Rheinstromkarte im Maßstab 1 : 100 000 in 17 Abtheilungen.

Die Strafsenbrücke

über die Norder-Elbe bei Hamburg.

Von

C. O. Gleim und Engels.

gr. Fol. Mit 9 Tafeln und vielen Holzschnitten. 1890. steif geh.
20 Mark.

Die Überbrückung des Memelthales

bei Tilsit im Zuge der Tilsit-Memeler Staats-Eisenbahn.

Im Auftrage Sr. Excellenz des Herrn Ministers
für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten herausgegeben

von

J. W. Schwedler,

Geh. Oberbaurath.

Mit 19 Tafeln. Fol. 1879. steif geh.
Preis 20 Mark.

Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn in Berlin.

Von demselben Verfasser ist erschienen:

**Berechnung
freitragender Wellblechdächer.**

Von
Th. Landsberg,
Geheimer Baurath, Professor in Darmstadt.
1891. gr. 8. geh. 1,60 Mark.

**Der Wettbewerb
für eine
feste Rheinbrücke bei Bonn**

von
Th. Landsberg,
Geheimer Baurath, Professor in Darmstadt.
Mit 45 Abbildungen im Text.
1895. 4°. Preis 1,60 Mark.

**Das
der eiserne**

Th. Landsberg,
Geheimer Baurath, Professor in Darmstadt.
1885. gr. 4. geh. 1,50 Mark.

**Der Wettbewerb
für eine
feste Strassenbrücke über den
Rhein bei Worms**

von
Th. Landsberg,
Geheimer Baurath, Professor in Darmstadt.
Mit 43 Abbildungen im Text.
1896. 4°. Preis 2 Mark.

**Der Bau der neuen Eisenbahnbrücken
über die
Weichsel bei Dirschau und über die Nogat bei Marienburg.**

Nach amtlichen Quellen bearbeitet.
Mit XI Stichtafeln und vielen in den Text gedruckten Abbildungen.
gr. Folio. Steif geh. Preis 20 Mark.

**Leitfaden
für das Entwerfen und die Berechnung
gewölbter Brücken.**

Von
G. Tolkmitt,
Königlich Preussischer Baurath.
gr. 8. 92 Seiten mit zahlreichen Abbildungen.
1895. Preis 5 Mark, geb. in Leinwand 6 Mark.

Die
**König Karls-Brücke über den Neckar
zwischen Stuttgart und Cannstatt.**

Im Auftrage des Königlichen Ministeriums des Innern
herausgegeben
von der Königlichen Ministerial-Abtheilung für den Strafsen- und Wasserbau in Württemberg.
Bearbeitet

von
Präsident K. v. Leibbrand.
Mit 50 Abbildungen im Text, einer Texttafel und 9 Kupfertafeln.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000303945

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

III 33735
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000