



1.25

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



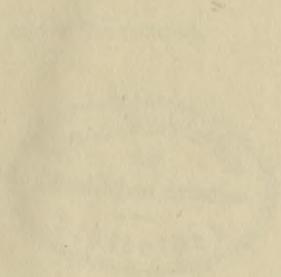
100000303948

Der Wälder

und eine Geschichte über den Wald

von Robert und Hermann

Verlag von ...



Der Wettbewerb
um eine feste Strafsenbrücke über den Rhein
zwischen Ruhrort und Homberg.

Von

Karl Bernhard,
Regierungsbaumeister und Privatdozent in Charlottenburg.

Mit 145 in den Text gedruckten Abbildungen und 2 Textblättern.

F. Nr. 26338



BERLIN.
Verlag von Julius Springer.
1905. •

59

41



III 33738

Sonderabdruck

aus der

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure

1904 und 1905.

2002 2002

Um den Bau einer festen Straßenbrücke über den Rhein zwischen Ruhrort und Homberg hat sich jüngst in aller Stille ein beschränkter Wettbewerb vollzogen. Mit Rücksicht auf die Größe und Bedeutung des geplanten Bauwerkes sollen die dabei zur Vorlage gebrachten Entwürfe einer eingehenden Würdigung unterworfen werden.

Die Ausschreibung ging von den Bürgermeistern von Ruhrort und Homberg unter dem 23. Dezember 1903 und 8. Februar 1904 aus, und die folgenden Firmen wurden zur Aufstellung von Entwürfen eingeladen:

- 1) Gutehoffnungshütte, Aktien-Verein für Bergbau und Hüttenbetrieb in Oberhausen;
- 2) Aktiengesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau (vorm. J. C. Harkort) in Duisburg;
- 3) Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G., Werk Nürnberg, Zweiganstalt in Gustavsburg;
- 4) Union, Aktiengesellschaft für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie in Dortmund;
- 5) August Klönne in Dortmund.

Die eingereichten Entwürfe sind von einem Ausschuß beurteilt worden, der zusammengesetzt war aus den Herren: Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. Müller-Breslau in Grunewald, Reg.- und Baurat Nakonz in Pillau, Wasserbauinspektor Schnapp in Berlin, Wasserbauinspektor Degener in Ruhrort, welcher mit der Leitung des Brückenbaues beauftragt ist, sowie den Bürgermeistern von Ruhrort und Homberg, dem Stadtbaurat von Ruhrort und dem Gemeindebaumeister von Homberg.

Von der Gutehoffnungshütte war bereits früher ein Vorentwurf ausgearbeitet worden; dadurch waren die maßgebenden Gesichtspunkte für den Brückenbau zur Darstellung gebracht und für die Ausschreibung eine allgemeine Entwurfsunterlage gegeben. Im wesentlichen war den Bewerbern nur für die Wahl des Hauptträgersystems Freiheit gelassen; die Hauptstützweiten dagegen waren durch den Vorentwurf derart festgelegt, daß wesentliche Aenderungen daran nicht angingig waren. Zur Ueberbrückung des eigentlichen Strombettes des Rheines war eine Mittelöffnung von rd. 204 m Weite erforderlich, an welche sich nach der Ruhrorter Seite zwei Oeffnungen von rd. 127 und 83 m, nach der Homberger Seite zwei weitere von 119 und 89 m anschlossen; die gesamte Brückenlänge beträgt also rd. 622 m.

Von sämtlichen Bewerbern sind Zeichnungen und Berechnungen in großer Zahl und vornehmer Ausstattung am 3. Mai d. J. eingereicht und nach ihrer Beurteilung durch den Ausschuß in den Städten Ruhrort und Homberg öffentlich ausgestellt worden.

Aus dem Plane, Fig. 1, ist die Lage der Brücke ersichtlich. Es war nach der ministeriellen Vorprüfung angeordnet, daß der rechtsseitige Strompfeiler bei der Hafentmole zwischen Ruhr und Kaiserhafen zu errichten, der linksseitige

Strompfeiler an die Schifffahrtgrenze heranzusetzen und der rechtsseitige Endpfeiler bei der Mole zwischen dem Kaiserhafen und dem kleinen Fährhafen derart aufzustellen sei, daß zwischen dem Pfeiler und der westlichen Uferkante ein Leinpfad von mindestens 4 m bestehen bleibe. Die geplante Regulierung des Homberger Ufers endlich bedingte die Stellung des linksseitigen Endpfeilers. Das Hochwasser-Durchflußprofil sollte mindestens 5200 qm betragen, wobei anzunehmen war, daß zwischen dem linksseitigen Endpfeiler und dem linken Widerlager eine auf + 2,0 m R. P. liegende Wagerechte, entsprechend der zukünftigen Höhe der vorgelagerten Bühnen nach erfolgter Uferregulierung, die Durchflußbegrenzung nach unten bilde, und auf der Ruhrorter Seite zwischen Strompfeiler und Widerlager nur das über + 4,50 m R. P. liegende Profil in Rechnung zu stellen war. Zur Berechnung des Durchflußprofils in der Mittelöffnung und der linken Seitenöffnung war ein durch Peilung festgestelltes Querprofil des Rheines beigegeben. Für die Höhenlage der Brücke war die Bedingung gestellt, daß die Unterkante der Eisenkonstruktion über der Mündung des Kaiserhafens an keiner Stelle weniger als 9 m und über dem Schifffahrtwege im Strom an keiner Stelle weniger als 9,10 m über dem schiffbaren Wasserstande liegen solle. Ueber der Einfahrt zum Homberger Hafen sollte eine lichte Höhe von 8,75 m auf 30 m Breite über dem höchsten schiffbaren Wasserstande gewahrt bleiben, und mit Rücksicht auf eine geplante Hafenanlage der Zeche Rheinpreußen, zu welcher der Homberger Hafen die Durchfahrt bilden wird, sollte die Fahrbahn an der betreffenden Stelle so hoch liegen, daß auch hier die freie Durchfahrt hinreichend gewährleistet ist.

Bei dem Entwurf war besondere Rücksichtnahme auf etwa durch den Bergbau der Zeche Rheinpreußen verursachte Bodensenkungen verlangt, damit keine nachteiligen Einflüsse für das Bauwerk entständen und Aenderungen in der Höhenlage unschädlich blieben. Dieser Bedingung entsprechend haben naturgemäß sämtliche Bewerber Balkenbrücken, d. h. solche mit senkrechten Stützdrücken, gewählt und durch Einschaltung von Gelenken nach Art des Gerber-Systemes die Einflüsse der Stützensenkungen auf die durchgehenden Hauptträger völlig ausgeschaltet. Infolge dieser Rücksichtnahme auf die zu erwartenden Bodensenkungen war also auch die Wahl des Hauptträgersystems eng begrenzt und Freiheit lediglich in der Linienführung geblieben. Der Wettbewerb kann deshalb der Hauptsache nach nur als für die Ausgestaltung der Gerber- oder Auslegerbalken für große Brücken förderlich angesehen werden. Die Unterlagen des Wettbewerbs schrieben bezüglich der architektonischen Gestaltung der Brücke vor, daß sie »würdig aber einfach gehalten sein sollte«. Auf Textblatt 4 und 5 sind die vorgelegten Entwürfe nach den Schaubildern zur Darstellung gebracht, welche zeigen, wie ungleichmäßig diese Vorschrift aufgefaßt worden ist.

1) Entwurf I der Gutehoffnungshütte, Oberhausen, in Gemeinschaft mit Philipp Holzmann & Co., Frankfurt a/M., und Architekt G. Eberlein, Köln a/Rh.

Ueber die weite Mittelöffnung ist ein schlanker Bogen gespannt, der mit den auf hohen eisernen Pfeilern ruhenden Ketten verbunden ist. Die Durchschneidungspunkte zwischen Kette und Bogen sind als Gelenke für den eingehängten Mittelträger ausgebildet. In den beiden Seitenöffnungen findet der Bogen seine Fortsetzung als Versteifungsträger der Kette. Die Endöffnungen weisen einfache Parabelträger auf.

1a) Entwurf II von denselben Verfassern wie Entwurf I.

Die drei Hauptöffnungen sind durch Gerber-Balken mit eingehängtem Mittelstück überbrückt. Die oberen Gurtungen sind nach Kettenlinien gekrümmt, die unteren folgen der Fahrbahn. Pfostenfachwerk dient als Füllung. Die Endöffnungen sind in gleicher Weise wie bei Entwurf I behandelt.

2) Entwurf der Aktiengesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau (vorm. J. C. Harkort), Duisburg a/Rh., in Gemeinschaft mit der Tiefbau-Gesellschaft R. Schneider, Berlin, und

sich der Obergurt in den drei beiderseitigen Feldern seileckartig zum Stützpfosten. Der mittlere Teil der Mittelöffnung weist eine Krümmung nach oben auf. Weitmaschiges Strebefachwerk mit Zwischenpfosten dient als Füllung; Fachwerk ohne Schrägen ist in diesem Entwurf überhaupt nicht vorhanden, so daß er auch innerlich statisch bestimmt ist.

Trotz seiner weniger ansprechenden Linienführung ist dieser Entwurf anderer Vorzüge wegen zur Ausführung bestimmt.

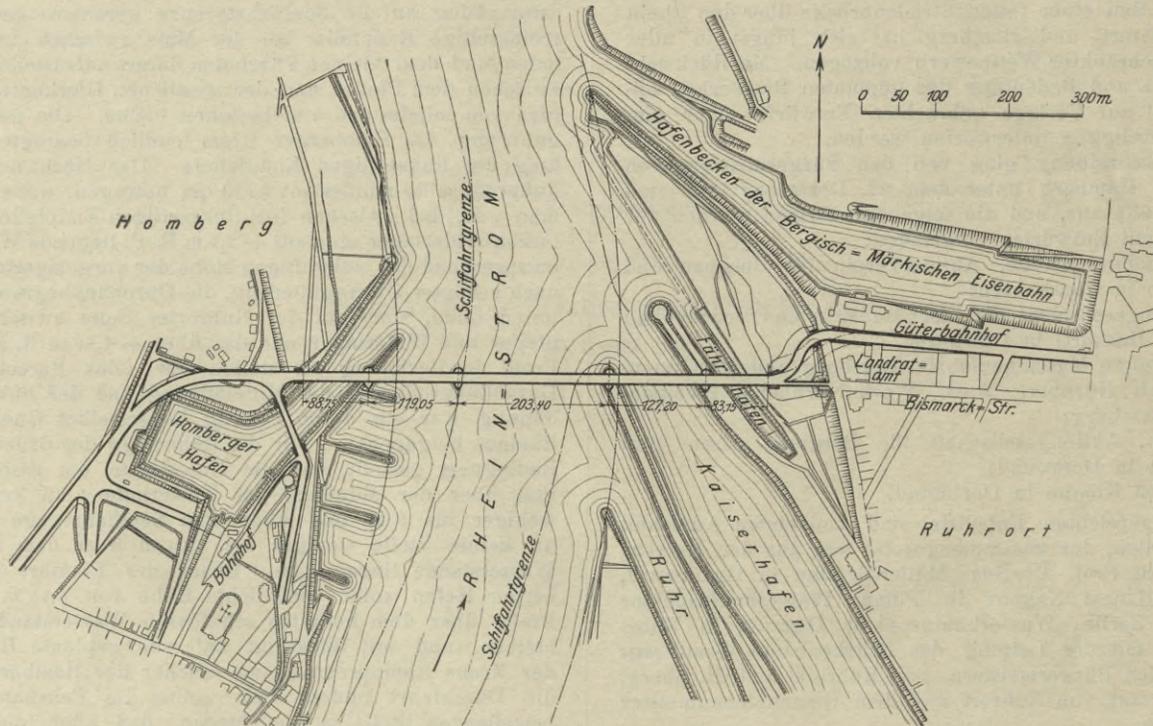
4) Entwurf der Union, Aktien-Gesellschaft für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie, Dortmund, in Gemeinschaft mit Prof. Frentzen, Aachen, und G. R. Schmidt, Altona.

Der Ueberbau besteht in der Mittelöffnung aus Bogenfachwerk mit aufgehobenem Schub, das in die Seitenöffnungen überkragt. Auch die Fachwerkträger der Endöffnungen kragen in die Seitenöffnungen über, so daß hier also die eingehängten Träger angeordnet sind.

5) Entwurf von August Klönne, Dortmund.

Hier sind Gelenke in den Mittel- und Endöffnungen an-

Fig. 1. Lageplan.



den Architekten Schreiterer und Below in Köln a/Rh.

Dieser Entwurf weist ähnlich dem Entwurf I der Gutehoffnungshütte Bogen und Ketten in der Mittelöffnung auf. In den Schnittpunkten von Kette und Bogen ist auch hier das Mittelstück eingehängt. Nur geht hier der Kettengurt schon in der Mitte der Seitenöffnungen in den Obergurt und der Bogen in der Mittelöffnung bereits in der Nähe der Einhängpunkte in den Versteifungsträger über, so daß das Pfeilerbild völlig symmetrisch wird. Die Endöffnungen weisen Halbparabelträger mit geneigten Endpfosten auf.

3) Entwurf der Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G., Werk Nürnberg, Zweiganstalt Gustavsburg, in Gemeinschaft mit Grün & Billfinger, Mannheim, und Architekt Prof. Billing in Karlsruhe.

Hier sind sämtliche fünf Öffnungen mit durchlaufendem Tragwerk überbrückt, und zwar derart, daß auch in den Endöffnungen Schleppträger auf ausgekragten Stützpunkten ruhen. Der Untergurt folgt der Fahrbahn, der Obergurt ist in den End- und Seitenöffnungen vorwiegend hierzu parallel. Bei den die Mittelöffnung flankierenden Stropfpfeilern erhebt

geordnet. Kennzeichnend für diesen Entwurf sind die in kontinuierlichen Krümmungen durchgeführten Gurtlinien. Der Obergurt der Endöffnungen in Verbindung mit dem Bogengurt der Seitenöffnungen und dem Hängegurt der Mittelöffnung bildet eine Wellenlinie aus zwei vollen Wellenlängen. Der Obergurt der Mittelöffnung bildet mit dem Zwischengurt der Seitenöffnungen eine Wellenlinie von einundeinhalb Wellenlängen. Diese Wellen-Linienführung ist das Gegenstück zu der unter 3) erwähnten etwas spartanischen Gestaltung des Gustavsburger Entwurfes.

I. Die Wettbewerbsbedingungen.

Bevor auf die Darstellung der einzelnen Entwürfe eingegangen wird, mögen hier diejenigen Grundlagen und Anforderungen besprochen werden, welche durch die Wettbewerbsbedingungen festgelegt worden sind. Die Breite der Fahrbahn auf der Brücke und den Haupttrampen soll 9 m für 4 Wagenreihen betragen. Das ist ein recht knappes Maß; man würde wirtschaftlicher vorgehen, es ein wenig reichlicher zu nehmen, oder aber die Brückenbreite auf 3 Wagenreihen

einzu-schränken. Das Gutachten des Beurteilungsausschusses empfiehlt daher auch 9,50 m zwischen den Bordschwellen. Hätte man bei Aufstellung der Bedingungen diesen Punkt zutreffender erledigt, so wäre eine Menge Zeit und Arbeit nützlicher verwendet worden, da unter dieser Voraussetzung sämtliche Zeichnungen und Berechnungen praktisch unbrauchbar sind und auch der Gewichtsvergleich nicht mehr zuverlässig ist. Das Tragwerk soll die 2,5 m betragende Nutzbreite der Gehwege derart teilen, daß 2,0 m Breite nach dem Geländer und 0,50 m nach der Bordschwelle verbleiben. Die Gehwege sollen auf den Hauptrampen und auf den Brücken mit freier Brückenbahn je 2,5 m breit werden. Auf der Hauptbrücke mit oberliegender Eisenkonstruktion soll der innere Teil der Gehwege an etwaigen gemauerten Portalen 0,25 m breit sein. Der äußere Teil soll eine lichte Breite von 2,0 m erhalten und kann entweder um die Portal-konstruktion herumgeführt oder durch sie hindurch geleitet werden. Die Umleitung des Fußgängerverkehrs um das Portal hätte für verkehrreiche Brücken doch aus einer Reihe von naheliegenden Gründen besser im Programm grundsätzlich ausgeschlossen werden sollen. Keiner der Bewerber hat hiervon auch wesentlichen Gebrauch gemacht. Die lichte Höhe über der Fahrbahn, gemessen an der Gehwegkante, soll mindestens 5,0 m betragen. Für die Nebenrampen ist eine Breite von 10 m vorgesehen, 6 m für den Fahrdamm und je 2 m für die Gehwege. Die 9 m breite Fahrbahn der Brücke und der Hauptrampen soll ein Quergefälle von 10 cm haben; bei der 6 m breiten Fahrbahn der Homberger Nebenrampe und der östlichen Rampe soll das Quergefälle 7 cm betragen. Die Gehwege sind mit einem Gefälle von 1:75 nach der Fahrbahn hin anzuordnen.

Es sei hier noch bemerkt, daß der in Fig. 1 Seite 986 gegebene Lageplan der Brücke infolge einer von Hrn. Wasserbauinspektor Degener nachträglich vorgeschlagenen Bearbeitung in der rechtsseitigen Rampenführung einer Berichtigung bedarf, die in den dargestellten Entwürfen bereits berücksichtigt worden ist. Durch Verringerung der Höhe der Endöffnung ist nämlich bei diesem Vorschlag die Unterführung der Uferstraße vermieden und diese und der dahinterliegende Stadtteil durch eine Rampe mit der Brückenrampe in eine wesentlich bessere Verbindung gebracht. Die Mündung des Eisenbahnhafens wird dabei durch eine mit der Konstruktionsunterkante 9 m über dem schiffbaren Wasserstande liegende feste Brücke überschritten.

Für die konstruktive Anordnung des Ueberbaues sind die vom Minister der öffentlichen Arbeiten unter dem 1. Mai 1903 erlassenen Vorschriften für das Entwerfen eiserner Brücken auf den preussischen Staatsbahnen in sinngemäßer

Uebertragung maßgebend gewesen und folgende Belastungsannahmen vorgeschrieben:

a) Fahrbahn.

Ein Wagenzug, dessen Achsen 3 m Abstand voneinander haben und mit je 13 t belastet sind, soll an beliebiger Stelle der Fahrbahn über die Brücke geführt werden können (normale Spurweite). Neben dieser Belastung ist keine andre Verkehrslast in Rechnung zu stellen.

b) Gehwege.

Belastung durch Menschengedränge mit 500 kg/qm.

c) Hauptträger.

Belastung durch Menschengedränge mit 400 kg/qm auf der Fahrbahn und den Fußwegen oder auf der Fahrbahn und einem Fußwege, je nachdem die Belastung der Hauptträger am ungünstigsten wird.

Der Winddruck ist mit 150 kg auf 1 qm der wirklich getroffenen Fläche bei belasteter und mit 250 kg/qm bei unbelasteter Brücke in Rechnung zu stellen; bei belasteter Brücke ist ein Verkehrsband von 2,50 m Höhe über der Fahrbahn anzunehmen.

Temperaturschwankungen von $\pm 30^\circ \text{C}$ sind zu berücksichtigen.

Die auftretenden Kräfte sind an Hand der ungünstigsten Belastungsfälle zu ermitteln, und zwar sind die Verkehrslasten für Glieder der Fahrbahn und der Gehwegkonstruktion mit dem 1,4fachen der oben gegebenen Werte, für Glieder der Hauptträger 1,2fach in Rechnung zu stellen, wobei zur Ermittlung der Querschnittsabmessungen der Hauptträger ohne Berücksichtigung des Winddruckes eine Beanspruchung des Flußeisens von 1150 kg/qcm, mit Berücksichtigung des Winddruckes von 1450 kg/qcm als obere Grenze zu betrachten ist. Bei den Gliedern der Fahr- und Fußwegkonstruktion darf die Beanspruchung ohne Berücksichtigung des obigen Koeffizienten 1,4 900 kg/qcm nicht überschreiten. Für Glieder, welche von der ständigen Last und der Verkehrslast abwechselnd auf Zug und Druck beansprucht werden, ist ebenfalls eine Spannung von 1150 kg/qcm als zulässig zu betrachten; die der Querschnittsbestimmung zugrunde zu legende Größtkraft ist dann aber nach der Formel zu bestimmen: $\pm S = S_{\max} + \frac{1}{2} S_{\min}$ (absolut). Für gedrückte Stäbe ist nach der Eulerschen Formel eine mindestens 5fache Knicksicherheit nachzuweisen, wobei die Verschwächung der Querschnitte durch Nietlöcher zu berücksichtigen ist.

Selbstverständlich ist bei der Ausbildung der Fahrbahn-

Zahlentafel 1. Kostenvergleich der verschiedenen Entwürfe.

	Gutehoffnungshütte		Harkort	Nürnberg-Gustavsburg			Union	Klönne
	Entwurf I (nach Programm). Durch Bogen versteifte Kette	Entwurf II (nach Programm)	Entwurf I (nach Programm)	Entwurf I (nach Programm)	Entwurf II (mit Seiten- rampe und Treppe)	Entwurf III (wie II, je- doch reichere Portal- bauten)	Entwurf I (nach Programm)	Entwurf I (nach Programm)
	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>
I. Unterbau der Hauptbrücke	1 035 525,76	1 083 467,88	807 955,00	875 789,99	862 802,68	904 610,30	582 328,10	980 454,50
II. Eiserner Ueberbau der Hauptbrücke einschl. Geländers	2 181 911,70	2 026 698,30	1 704 454,60	1 820 266,35	1 778 055,35	1 778 055,35	1 961 421,50	1 988 266,00
III. Belag der Brückenbahn der Haupt- brücke	157 804,20	157 345,10	98 531,00	136 538,00	136 538,00	136 538,00	115 969,29	114 134,45
IV. Aufbauten der Pfeiler und sonstige Zierteile	237 398,00	237 943,40	228 470,00	174 971,40	174 971,40	228 408,00	137 400,00	187 347,40
V. Brückenrampen	990 265,30	990 265,30	1 175 291,74	913 172,14	904 037,39	911 556,29	926 533,67	943 090,11
VI. Nebenanlagen auf den Brücken und Rampen	47 550,00	47 790,00	62 695,50	41 233,90	39 576,30	39 612,30	20 450,00	35 151,00
VII. Kosten für Wahrschaudienst und Schleppschiffe	132 000,00	132 000,00	100 000,00	110 000,00	110 000,00	110 000,00	58 250,00	127 000,00
VIII. Allgemeine Kosten	145 000,00	145 000,00	62 000,00	262 000,00	262 000,00	262 000,00	nicht vor- gesehen	109 556,54
insgesamt	4 927 454,96	4 820 509,48	4 239 397,84	4 333 971,78	4 267 981,12	4 370 780,24	3 802 352,56	4 485 000,00

Zahlentafel 2. Allgemeine Hauptmaße: Abmessungen

Bezeichnung des Entwurfes	Stützweite			ganze Länge zwischen den Endauflagern	Abstand der Schwerpunkte der Hauptachsen der Hauptträger	lichte Breite zwischen den Geländern der Hauptträger	Höhe der Fahrbahn in der Brückenmitte über Null R.-P.	Bauhöhe	Höhe des höchsten Punktes der Hauptträger über Null R.-P.	Höhe der Bausohle gegenüber Null R.-P.					
	der Mittelöffnung	der Seitenöffnungen	der Flutöffnungen							Pfeiler					
										I	II	III	IV	V	VI
Gutehoffnungshütte	III-IV 203,40	II-III 116,20 IV-V 124,35	I-II 87,60 V-VI 82,00	625,150	10,450 (für I-II u. V-VI 15,800)	14,900	+19,139	∞1,500	∞+56,11	-0,50	-5,50 (6,75) ¹⁾	-8,00 (7,70)	-6,00 (7,70)	-3,50 (6,75)	-1,50
	III-IV 203,40	II-III 116,20 IV-V 124,35	I-II 87,60 V-VI 82,00	625,150	10,770	15,540	+19,139	∞1,500	+47,10	-0,50	-5,50 (6,75)	-8,00 (7,70)	-6,00 (7,70)	-3,50 (6,75)	-1,50
Harkort	III-IV 203,40	II-III 123,30 IV-V 123,30	I-II 86,40 V-VI 79,50	621,550	10,800 (für V-VI 3 · 3,370)	15,610 (für V-VI 14,00)	+19,140	1,610	∞+48,0	-2,20	-7,00 (4,40)	-7,00 (4,50)	-7,00 (4,55)	-5,00 (6,80)	-2,20
	III-IV 203,40	II-III 123,30 IV-V 123,30	I-II 86,40 V-VI 86,40	624,300	10,800	15,610	+19,140	1,610	∞+48,00	-2,20	-7,00 (4,40)	-7,00 (4,50)	-7,00 (4,55)	-7,00 (4,40)	-2,20
Nürnberg	III-IV 203,40	II-III 119,00 IV-V 127,20	I-II 83,20 V-VI 83,20	616,000	11,000	16,000	+18,71	1,500	∞+43,00	-1,00 Pfahlspitzen auf -8,50	-8,00 (4,20)	-12,70 (5,50)	-8,50 (5,50)	-5,00 (4,20)	±0
Union	III-IV 203,4	II-III 119,05 IV-V 127,20	I-II 89,705 V-VI 84,102	623,457	10,500	15,000	+22,277	∞1,900	∞+51,05	±0	-5,20 (6,40)	-8,00 (3,55)	-4,80 (3,55)	-2,20 (6,40)	±0
Klönne	III-IV 203,390	II-III 119,00 IV-V 127,20	I-II 90,90 V-VI 85,04	625,530	11,000	15,500	+20,520	∞1,830	∞+63,00	-3,00	-6,50 (5,70)	-10,70 (6,30)	-7,50 (6,30)	-3,00 (5,70)	-3,00

¹⁾ Bemerkung: Die Zahlen in () geben die Breiten der Pfeiler auf Ord. +9,05 Ruhr-Pegel an.

konstruktion auch auf die Ueberführung von näher in den Bedingungen aufgeführten Wasser- und Gasleitungen über Brücke und Haupttrampen Rücksicht zu nehmen.

Für die Abdeckung der Fahrbahn ist Holzpflaster oder Stampfasphalt, für die Gehwege Asphalt vorzusehen. Die bauenden Gemeinden haben sich das Recht vorbehalten, während der Bauausführung Gleisanlagen über Brücken und Rampen herzustellen.

In Kriegszeiten sollen die Zugänge zur Brücke durch Gitterabschlüsse gesperrt werden können, die im Bedarfsfalle schnell und sicher aufgestellt werden können. Für die Lagerung dieser Abschlußgitter sowie für die Unterbringung von Sprengmunition soll in die Ruhrorter Rampe eine besondere Kasematte eingebaut werden.

Im Interesse des Schiffs- und Floßverkehrs auf dem Rhein sind besondere Vorschriften für die Ausführung des Unter- und Ueberbaues erlassen, die nachstehend im wesentlichen angegeben sind.

Die rechte Seitenöffnung der Brücke, die den Eingang zum Kaiserhafen bildet, muß von jedem Gerüstebau frei bleiben. Die Ausrüstung der Mittelöffnung muß eine Schiffsfahrtsöffnung von mindestens 100 m lichter Weite oder 2 Oeffnungen von je mindestens 50 m Weite frei lassen. Die linke Seitenöffnung kann ausgerüstet werden für die Zeit, wo in der Mittelöffnung eine Schiffsfahrtsöffnung von min-

destens 100 m vorhanden ist. Während der Zeit, in welcher der mittlere Teil der Hauptöffnung ausgerüstet ist, wo also zu beiden Seiten der Rüstung Schiffsfahrtswege von mindestens 50 m Breite offen zu halten sind, muß auch die linke Seitenöffnung für den Schiff- und Floßverkehr frei bleiben. Die Fahrinne der linken Seitenöffnung ist durch den Unternehmer in einer Breite von 100 m im Anschluß an die bestehende Fahrinne durch Baggerung auf Normalsohlentiefe - 2,20 m Ruhr-Pegel zu vertiefen und in diesem Zustande für die genannte Frist zu erhalten.

Für die Durchfahrt der Fährboote muß in den Rüstungen ein Durchlaß vorgesehen, oder es müssen neue Anlagestellen eingerichtet werden. Für die Durchführung von Schiffen und Flößen während der Zeit, in welcher die Mittelöffnung teilweise ausgerüstet ist, sollen auf der Baustelle 2 Schleppdampfer bereit gehalten werden, von denen einer nachts Wache hält. Solange nur eine Schiffsfahrtsöffnung frei ist, muß durch einen Wahrschauen die Begegnung von Schleppzügen, Flößen usw. an der Baustelle vermieden werden.

Für die Ausführung der Gesamtanlage gelten ferner die allgemeinen Vertragsbedingungen für die Ausführung von Staatsbauten vom 17. Januar 1900, die allgemeinen Vertragsbedingungen für die Ausführung von Leistungen und Lieferungen vom 17. Januar 1900, sowie die besonderen Vertragsbedingungen für die Anfertigung, Lieferung und Aufstellung

der Pfeiler und Kosten des Unterbaues.

Hauptabmessungen der Pfeiler der Hauptbrücke								Art der Gründung
Grundfläche				Abmessungen in der Bausohle				
II qm	III qm	IV qm	V qm	II m	III m	IV m	V m	
248,82	235,80	235,80	248,82					Pfeiler I und VI: Betonplatte; Pfeiler II bis V: Luftdruckgründung mit hölzernen Senkkasten.
258,10	262,20	263,12	258,10					Pfeiler I und VI: Betonplatte; Pfeiler II bis V: Luftdruckgründung mit hölzernen Senkkasten.
157,92	261,10	261,10	157,92					Pfeiler I und VI: Beton zwischen Spundwänden; » III und IV: Luftdruckgründung; » II: pneumatisch oder Beton zwischen Spundwänden; » V: Beton zwischen Spundwänden.
157,92	261,10	261,10	336,00	wie zu I	wie zu I	wie zu I		Pfeiler I und VI: Beton zwischen Spundwänden; » III und IV: Luftdruckgründung; » II und V: Luftdruckgründung oder Beton zwischen Spundwänden.
121,26	164,26	152,53	114,41					Pfeiler I: Betonbett auf Holzpählen; » II bis V: Luftdruckgründung; » VI: Beton zwischen Spundwänden.
230,00	180,60	180,60	230,00					für sämtliche Pfeiler offene Betongründung; I, V und VI zwischen Spundwänden; II, III und IV mit Hilfe von eisernen Senkbrunnen.
179,50	228,80	212,70	165,00					Pfeiler I und VI: Beton zwischen Spundwänden; » II bis V: Luftdruckgründung mit eisernen Senkkasten.

von größeren zusammengesetzten Eisenkonstruktionen vom 28. November 1891, soweit sie nicht durch die besondern Vorschriften aufgehoben worden sind.

Verlangt war von den Anbietern ein vollständiger, revisionsfähiger Entwurf, der außer den Uebersichtsplänen der Brücken und Rampen die Bauzeichnungen des Unterbaues im Maßstab 1:100, des eisernen Ueberbaues in 1:50 mit Einzelheiten in 1:10, ferner die Entwürfe der Rüstungen, den Erläuterungsbericht nebst Beschreibung des Bauvorganges unter besonderer Berücksichtigung der Montage der Eisenkonstruktion und des Schiffsverkehrs auf dem Rhein, die statischen Berechnungen des Unterbaues und des eisernen Ueberbaues, die Massenberechnung für den Unterbau und die Rampen nebst Gewichtsrechnung für den eisernen Ueberbau, sowie einen genauen, ins einzelne gehenden Kostenanschlag umfaßt.

Die Bewerber sollen für den Entwurf mit Veranschlagung eine Abfindungssumme von je 5000 M erhalten, vorausgesetzt, daß der Entwurf rechtzeitig und bedingungsgemäß eingeliefert wird, worüber der Ausschuß entscheidet. Jeder Bewerber erhält diesen Betrag nur einmal, selbst wenn er mehrere Teil- oder Gesamtentwürfe einreichen sollte. Derjenige Bewerber, welchem der Zuschlag erteilt wird, oder der auf Grund weiterer Verhandlungen mit der Ausführung betraut wird, erhält keine Abfindungssumme.

Die Gemeinden werden Eigentümer der eingereichten Entwürfe und ihrer Unterlagen mit der Beschränkung, daß eine Verwertung dieser Entwürfe zur Ausführung durch dritte oder zur Einholung neuer Angebote nur mit Zustimmung der Entwurfsverfasser statthaft ist.

Andererseits sind die Gemeinden in der Entscheidung darüber, welchem der Bewerber die Ausführung übertragen werden soll, vollständig frei; sie können auch sämtliche Angebote ablehnen.

Die Angebote sollten sich erstrecken auf die Strombrücke, den vollen Unterbau, die eisernen Ueberbauten, den Brückenbelag, die Portalbauten, die Entwässerung und Bewässerung, ferner auf die Rampen, Nebenanlagen, Kosten für den Wahrschauen und sonstige Nebenleistungen. Das Programm fordert also recht viel, mindestens soviel, wie in der unter Mitwirkung des Vereines deutscher Ingenieure aufgestellten Gebührenordnung der Architekten und Ingenieure vom Jahre 1901 unter Entwurf, Kostenanschlag und Bauvorlagen verlangt wird. Diese Leistungen sind dort mit ²³⁾100 des Gesamthonorars bewertet, das 4 vH der Bausumme beträgt. Unter Weglassung aller Neben- und einfachen Massenleistungen, wie Rampen usw., beträgt die Bausumme, wie aus den Angeboten hervorgeht (Zahlentafel 1, Summe der ersten 4 Titel), rd. 3 000 000 M. Danach beliefe sich das Ingenieurhonorar eines derartigen Brückenentwurfes auf

Zahlentafel 3.

Bezeichnung des Entwurfes	Gewicht des Brückenbelages (ohne Trägerrost)		Gewicht der Eisenkonstruktion in kg nach Angabe der Verfasser unter											
	Fahr- bahn kg/qm	Fuß- wege kg/qm	der Fahrbahntafel mit Entwässerung und ohne Geländer					Brücke über den Homberger Hafen	der Wind- und Querverbände					Brücke über den Homberger Hafen
			Ueberbau von Pfeiler						Ueberbau von Pfeiler					
			I-II	II-III	III-IV	IV-V	V-VI	I-II	II-III	III-IV	IV-V	V-VI		
I Gutehoffnungshütte	316	189	251 062	287 524	490 000	307 312	235 288	102 590	9 242	118 985	282 650	124 315	8 641	4800
			(192)	(166)	(162)	(166)	(192)		(6,7)	(98,1)	(133)	(95,7)	(6,7)	
			1 571 186 (169)						548 833 (73)					
II	316	189	214 288	317 875	530 975	338 780	200 598	102 590	11 948	46 449	90 220	47 329	11 184	4800
			(157)	(177)	(168)	(176)	(157)		(12,7)	(37,2)	(41,2)	(35,4)	(12,6)	
			1 602 516 (165)						207 130 (30,8)					
I Harkort	435	238	220 520	274 660	487 440	274 660	(Bogen- vorbr.) 113 220	—	8 750	39 630	84 740	39 630	(Bogen- vorbr.) 9 420	—
			(164)	(143)	(154)	(143)	(101)		(9,4)	(29,8)	(38,7)	(29,8)	(11,7)	
			1 370 500 (141)						182 170 (27,1)					
II	435	238	217 920	274 660	487 440	274 660	(Fachwerk- vorbr.) 206 720	—	8 750	39 630	84 740	39 630	8 750	—
			(162)	(148)	(154)	(142)	(153)		(9,4)	(29,8)	(38,7)	(29,8)	(9,4)	
			1 461 400 (150)						181 500 (26,9)					
I mit Hängeseil	489	177	249 340	334 450	523 780	359 990	249 340	89 620	18 850	63 300	114 000	67 600	18 850	9470
			(187)	(175)	(161)	(177)	(187)		(20,6)	(48,3)	(50,2)	(48,3)	(20,6)	
			1 716 900 (174)						282 600 (41,7)					
II Zoresen	441	177	265 340	357 350	562 880	384 535	265 340	92 830	18 850	63 300	114 000	67 600	18 850	9470
			(199)	(188)	(173)	(189)	(199)		(20,6)	(48,3)	(50,2)	(48,3)	(20,6)	
			1 835 445 (186)						282 600 (41,7)					
Union	304	110	186 490	259 990	461 040	277 000	179 380	78 600	18 190	51 580	108 940	53 690	17 300	7690
			(139)	(146)	(151)	(132)	(142)		(19,3)	(41,4)	(51,1)	(40,2)	(19,6)	
			1 368 900 (146)						249 700 (38,2)					
Klönne	202	193	248 400	323 400	562 600	345 800	225 700	96 100	13 300	71 000	219 000	78 200	12 900	27 550
			(177)	(175)	(178)	(176)	(172)		(13,3)	(54,2)	(98)	(55,8)	(13,3)	
			1 705 900 (176)						394 400 (57,3)					

$$0,04 \cdot 0,35 \cdot 3000000 = 42000 \text{ M,}$$

wobei die künstlerisch-architektonischen Leistungen noch gar nicht einmal in Ansatz gebracht sind. Es erhalten also die Gemeinden durch das eingeschlagene Wettbewerbsverfahren mehr als 5 programmäßige, bis auf die Einzelheiten durchgearbeitete Entwürfe für eine weit geringere Summe, nämlich für nur 20000 M¹). Daß mit 5000 M nicht einmal die Kosten für Hilfsingenieure und Zeichner gedeckt werden, wird jeder, der entsprechende Brückenentwürfe in dem durch die Bedingungen verlangten Umfange bearbeitet hat, anerkennen.

¹) Es möge an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß der Verband deutscher Architekten- und Ingenieurvereine, um solchen Vorkommnissen zu begegnen, in die 1897 von ihm aufgestellten »Grundsätze für das Verfahren bei Wettbewerben im Gebiete der Architektur und des Bauingenieurwesens« unter § 9 folgende Bestimmung aufgenommen hat: »Bei einem beschränkten Wettbewerb ist die im Programm geforderte Leistung jedem Wettbewerber mindestens nach der Norm zu vergüten.«

II. Die Entwürfe und Angebote.

Die Kostensummen der eingegangenen Angebote sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Das billigste Angebot für den Unterbau mit 582 328,10 M rührt von der »Union« in Dortmund in Verbindung mit dem Tiefbauunternehmer G. R. Schmidt, Altona, her, das billigste für den eisernen Ueberbau (einschließlich Brückenbelags) mit 1 802 985,60 M von der Gesellschaft Harkort in Duisburg. Eine lehrreiche Uebersicht über die von den einzelnen Bewerbern für die allgemeine Anordnung gemäß den oben dargestellten Wettbewerbsbedingungen gewählten Grundlagen gibt Zahlentafel 2. Sämtliche Entwürfe sind ferner in Fig. 2 bis 7 in Ansichten und Grundrissen übersichtlich nebeneinander gestellt. Entwurf I der Gutehoffnungshütte, Fig. 2, hat die geringste Baubreite und Bauhöhe. Erstere beträgt 14,9 m zwischen den Geländern, letztere rd. 1,5 m. Eine ebenso geringe Bauhöhe hat der Entwurf der Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, Fig. 5, der sich in Brückenmitte am wenigsten über Null R. P. erhebt, nämlich nur auf + 18,71 m. Aus der Uebersicht geht ferner

Eisengewichte.

Hinzufügung des auf 1 qm Brückengrundfläche reduzierten Gewichtes (eingeklammerte Zahlen)

der Hauptträger einschließlich Auflager					Gewicht der gesamten Eisenkonstruktion			Gesamtgewicht		
Ueberbau von Pfeiler					Brücke über den Homberger Hafen	Ueberbau von Pfeiler			Strombrücke	Brücke über den Homberger Hafen
I-II	II-III	III-IV	IV-V	V-VI		I-II	II-III, III-IV, IV-V	V-VI		
357 531	847 895	1 348 722	944 665	317 302	86 927	617 835 (473)	4 752 068 (718)	561 231 (460)	5 931 134 (637)	194 317
(258)	(698)	(633)	(726)	(245)						
		3 816 115 (508)								
364 154	820 409	1 227 101	895 878	321 314	86 927	590 390 (434)	4 315 016 (625)	533 096 (418)	5 438 502 (559)	194 317
(386)	(656)	(560)	(668)	(364)						
		3 628 856 (539)								
351 680	1 060 470	1 405 150	1 060 470	284 460	—	580 950 (431)	4 728 850 (673)	407 100 (366)	5 715 100 (589)	235 000
(377)	(796)	(638)	(796)	(305)						
		4 162 430 (619)								
351 680	1 060 470	1 405 150	1 060 470	351 340	—	576 350 (429)	4 726 850 (673)	566 310 (421)	5 872 010 (603)	235 000
(377)	(796)	(638)	(796)	(377)						
		4 229 110 (627)								
277 150	687 000	1 480 380	748 600	277 150	100 790	545 340 (410)	4 379 100 (609)	545 340 (410)	5 469 780 (554)	199 880
(303)	(525)	(667)	(536)	(303)						
		3 470 280 (512)								
277 150	687 000	1 480 380	748 600	277 150	100 790	561 340 (422)	4 465 645 (621)	561 340 (422)	5 588 325 (567)	203 090
(303)	(525)	(667)	(536)	(303)						
		3 470 280 (512)								
400 000	437 210	2 074 430	453 060	379 790	72 700	604 680 (449)	4 176 940 (619)	576 470 (457)	5 358 090 (574)	158 990
(426)	(351)	(972)	(339)	(431)						
		3 744 490 (573)								
349 000	672 400	1 348 000	720 900	312 400	80 600	610 700 (433)	4 341 300 (623)	551 000 (418)	5 503 000 (568)	204 250
(349)	(513)	(603)	(515)	(334)						
		3 402 700 (494)								

hervor, daß bei dem Entwurf von Klönne, Fig. 7, der höchste Punkt der Hauptträger auf + 63,06 m über Null R. P. liegt, während er bei dem Nürnberger Entwurf am niedrigsten, nämlich nur auf + 43,00 m gelegen ist. Für die Beanspruchung durch Wind und für die Montage sind diese Erhebungen von großer Wichtigkeit.

Im übrigen gibt Zahlentafel 2 eine Uebersicht über die Hauptabmessungen der Pfeiler der Hauptbrücke, die im Nürnberger Entwurf bei geringster Grundfläche die größte Gründungstiefe haben. Der am flachsten gegründete Unterbau ist naturgemäß auch der billigste.

In Zahlentafel 3 sind die Gewichte der Ueberbauten für sämtliche eingereichten Entwürfe zusammengestellt¹). Ohne weitere Erörterung ist dadurch ein lehrreicher Anhalt zu fernerer Studien über die für die verschiedenen Ueberbauarten erforderlichen Eisengewichte geboten.

¹) Die Zahlentafeln sind dem Verfasser von Hrn. kgl. Wasserbauinspektor Degener in Ruhrort freundlichst zur Verfügung gestellt; sie sind nur in geringfügiger Weise ergänzt worden.

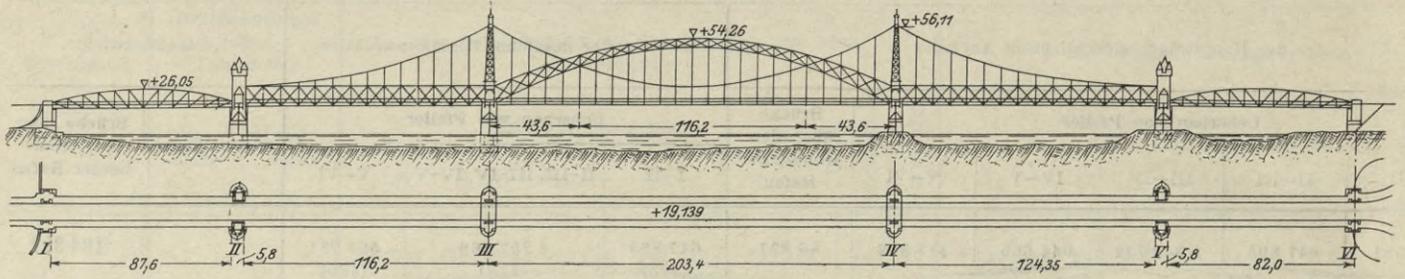
1) Entwurf I der Gutehoffnungshütte, Aktien-Verein für Bergbau und Hüttenbetrieb in Sterkrade.

Hauptträger.

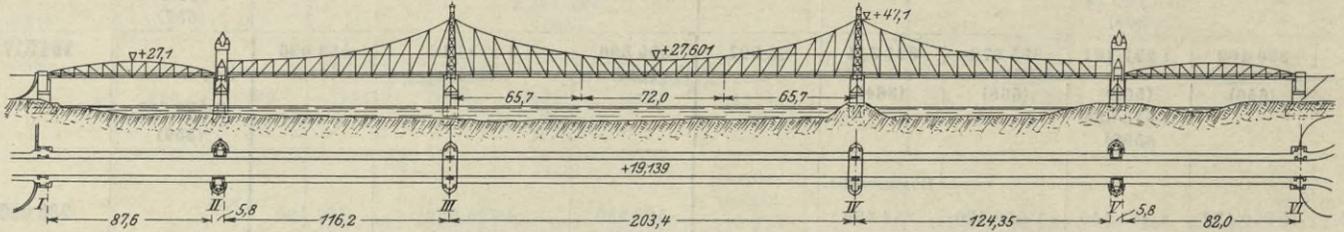
Wie in Textblatt 4 und Fig. 2, S. 8, dargestellt, sind die drei mittleren Öffnungen durch ein zusammenhängendes Tragwerk überbrückt. Die Stützweite der Mittelöffnung beträgt 203,4 m, der linksseitig davon gelegenen 116,2 m, die rechtsseitigen 124,35 m. Daneben ist eine linksseitige Stromöffnung von 87,60 m und eine rechtsseitige von 82 m Stützweite angeordnet. Mit Rücksicht auf die durch die Bedingungen geforderte Durchfahrhöhe mußte ein Tragwerk mit untenliegender Fahrbahn, mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Baugrundes eine Balkenbrücke gewählt werden. Da es ferner unmöglich erscheint, die ganze Öffnung, welche als Schiffahrtstraße dient, bei dem gewaltigen Verkehr in Ruhrort durch Rüstungsbauten gleichzeitig zu sperren, so mußte man ein Tragwerk anwenden, das nicht in ganzer Länge der Mittelöffnung gleichzeitig montiert zu werden braucht, wie es z. B. bei elastischen Bogen oder bei

Fig. 2 bis 7.

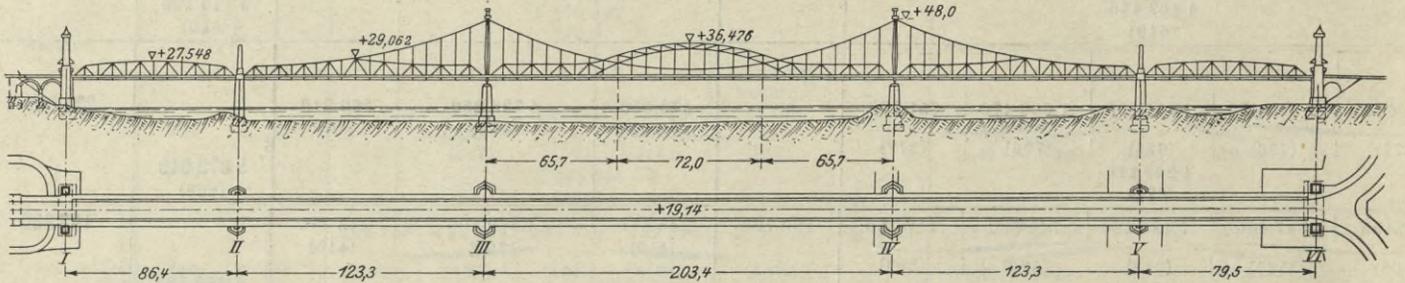
Gutehoffnungshütte I.



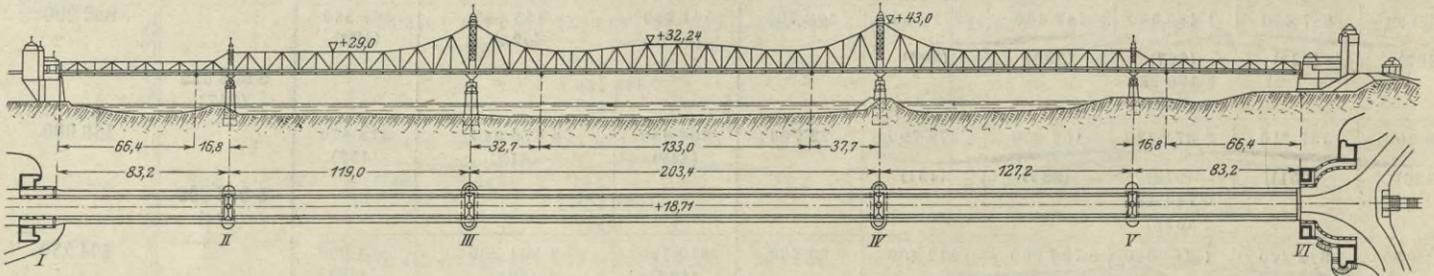
Gutehoffnungshütte II



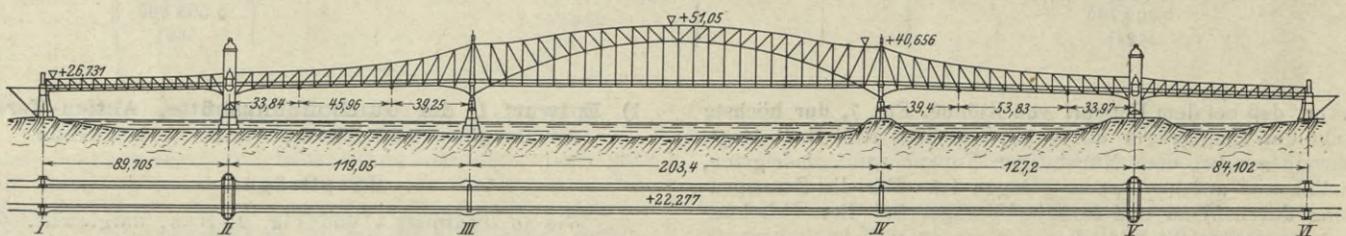
Harkort.



Nürnberg.



Union.



Klönne.

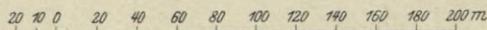
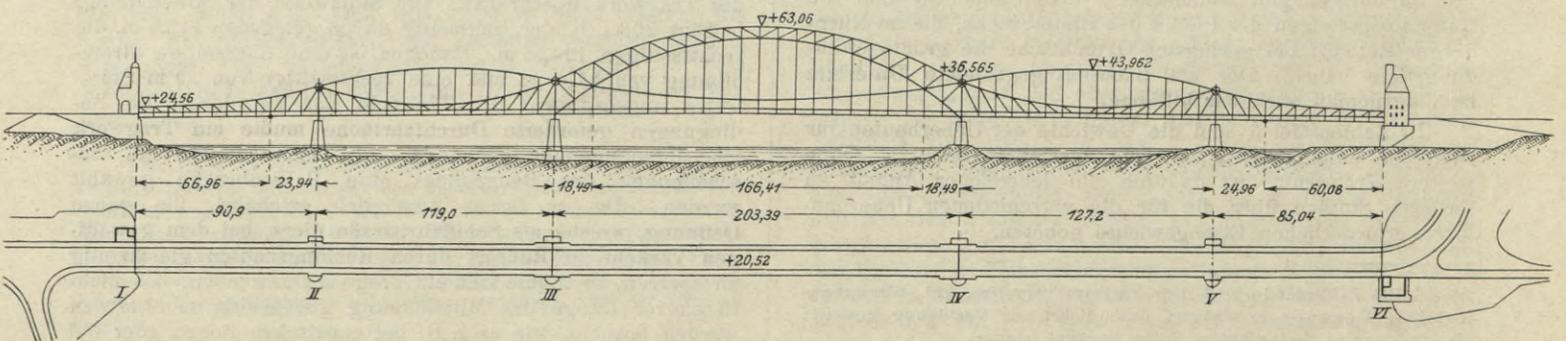


Fig. 8.

Querschnitt der Mittelöffnung.

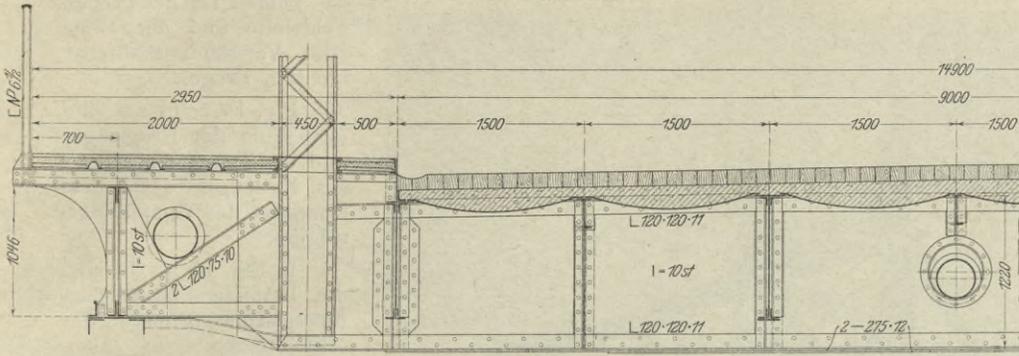
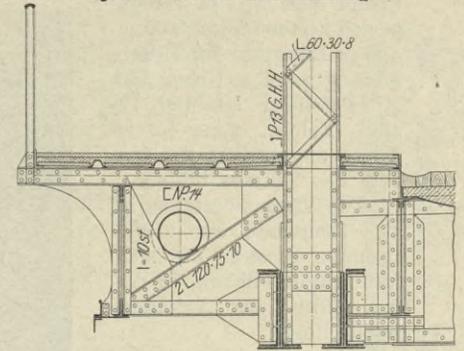


Fig. 9.

Querschnitt der Außenöffnung.



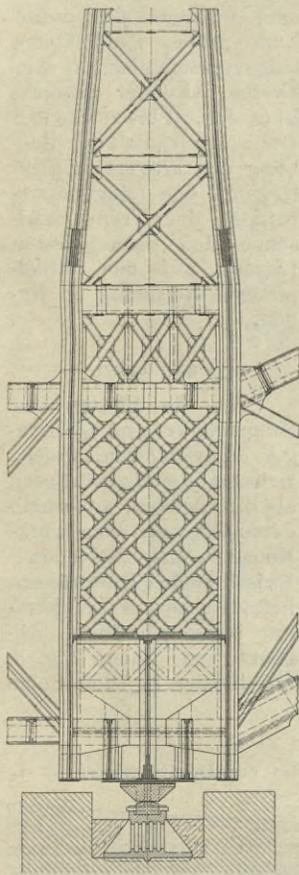
einfachen Balken auf 2 Stützen der Fall gewesen wäre. Diese Verhältnisse wiesen auf Kragträger hin, die, da sie nur lotrechte Auflagerdrücke auf die Pfeiler ausüben, allen vorgeannten Rücksichten Rechnung tragen. Der Form nach ist hier eine Hängbogenbrücke gewählt. Das Tragwerk der

führung, bei der die Bogengurte als Gurte eines untern Versteifungsträgers fortgesetzt sind, während sich die Kette an den Enden der Brücke mit dem Obergurt des Versteifungsträgers zusammenschließt. Man muß anerkennen, daß diese Lösung, welche auch 1897 bei dem öffentlichen Wettbewerb um die

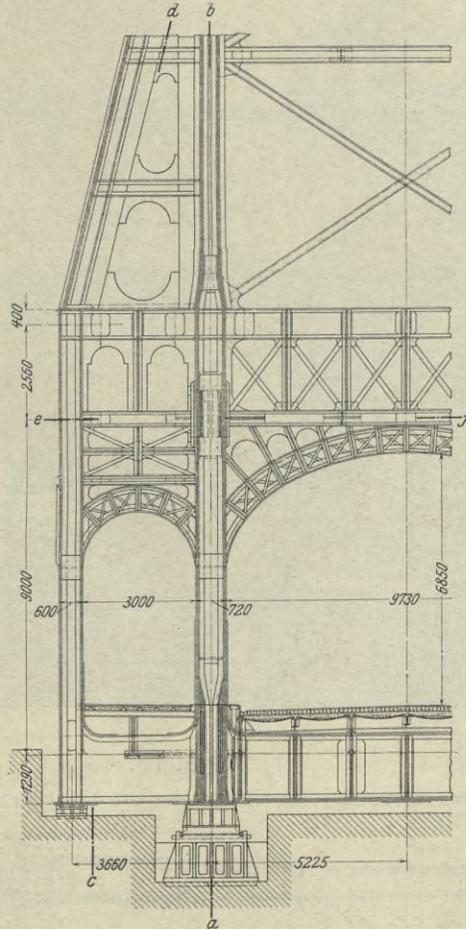
Straßenbrücke über die Süderelbe bei Harburg in Vorschlag gebracht worden ist¹⁾, zu einer äußerst klaren Wirkung führt. Der Eindruck des aufstrebenden Bogens der Mittelöffnung sowie der seinem Liniennetz organisch eingefügten Kette und ihres Ueberganges von den schlanken eisernen Türmen auf den Mittelpfeilern zu den niedrigen Enden der Strombrücke ist vorzüglich, und zwar deshalb, weil die Verbindung der einfachen Kette mit dem steifen Bogen und seiner Fortsetzung als Versteifungsbalken in den Seitenöffnungen die einfachsten und schönsten Tragelemente einer Brücke bildet. Ihr Zusammenwirken ist klar und ruft deshalb ein beruhigendes und befriedigendes Sicherheitsgefühl hervor. Die Wirkung eines derart leicht verständlichen Systems aber, das sich in großartigem zusammenhängendem Liniennetze von Ufer zu Ufer spannt, ist gewaltig.

Fig. 10 bis 13.

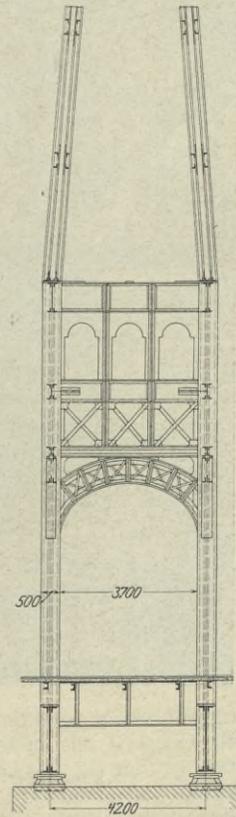
Schnitt a-b.



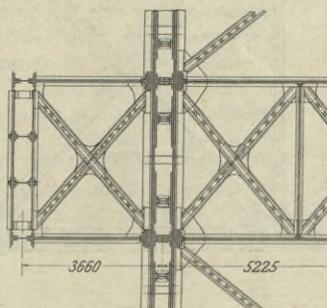
Querschnitt am Turm.



Schnitt c-d.



Schnitt e-f.



Mittelöffnung ist die Vereinigung eines Bogens mit einer Kette, deren Schnittpunkte die Stützpunkte des mittleren eingehängten Trägers abgeben. Die Kette bildet bei den Auslegern den gezogenen Obergurt, beim eingehängten Träger den gezogenen Untergurt, während der Bogen bei den Auslegern und den eingehängten Trägern als Druckgurt dient. In den Seitenöffnungen ergibt sich eine Linien-

der Fahrbahn nicht gut angeordnet werden, obwohl sie besser in das Brückenbild hinein gepaßt hätten.

Die Hauptträger der Strombrücke sind zwischen Fahrbahn und Fußwegen angeordnet. Ihre Entfernung von Mitte zu Mitte beträgt 10,45 m, die Gesamtbreite der Brückenbahn, von Innenkante zu Innenkante Geländer gemessen, 14,90 m. Nach den Bedingungen entfallen hiervon auf die Fahrbahn 9,0 m, auf die Gehwege je 2,0 m außerhalb und 0,50 m innerhalb der Hauptträgerkonstruktion, welche 0,90 m Breite erfordert, s. Fig. 8 und 9.

¹⁾ Zentralblatt d. Bauverw. 1897 S. 159, Entwurf mit dem Kennwort »Harburg-Wilhelmsburg«.

Fig. 14.

Durch die Pfosten werden die Hauptträger in Felder von 8,15 m Länge in den Seitenöffnungen und 8,30 m Länge in der Mittelöffnung geteilt. Ueber den Mittelpfeilern III und IV sind Felder von 4,2 m Weite angeordnet, die den Fuß des Turmes bilden.

Die Türme bestehen in der Tragwand aus 2 getrennten Pfosten, die sich auf Träger stützen, in deren Mitte der Auflagerpunkt liegt.

Die theoretischen Stützweiten der Seitenöffnungen ergeben sich hiernach zu

$$L_l = 14 \cdot 8,15 + 2,1 = 116,2 \text{ m}$$

$$L_r = 15 \cdot 8,15 + 2,1 = 124,35 \text{ »}$$

während die Länge der Ausleger

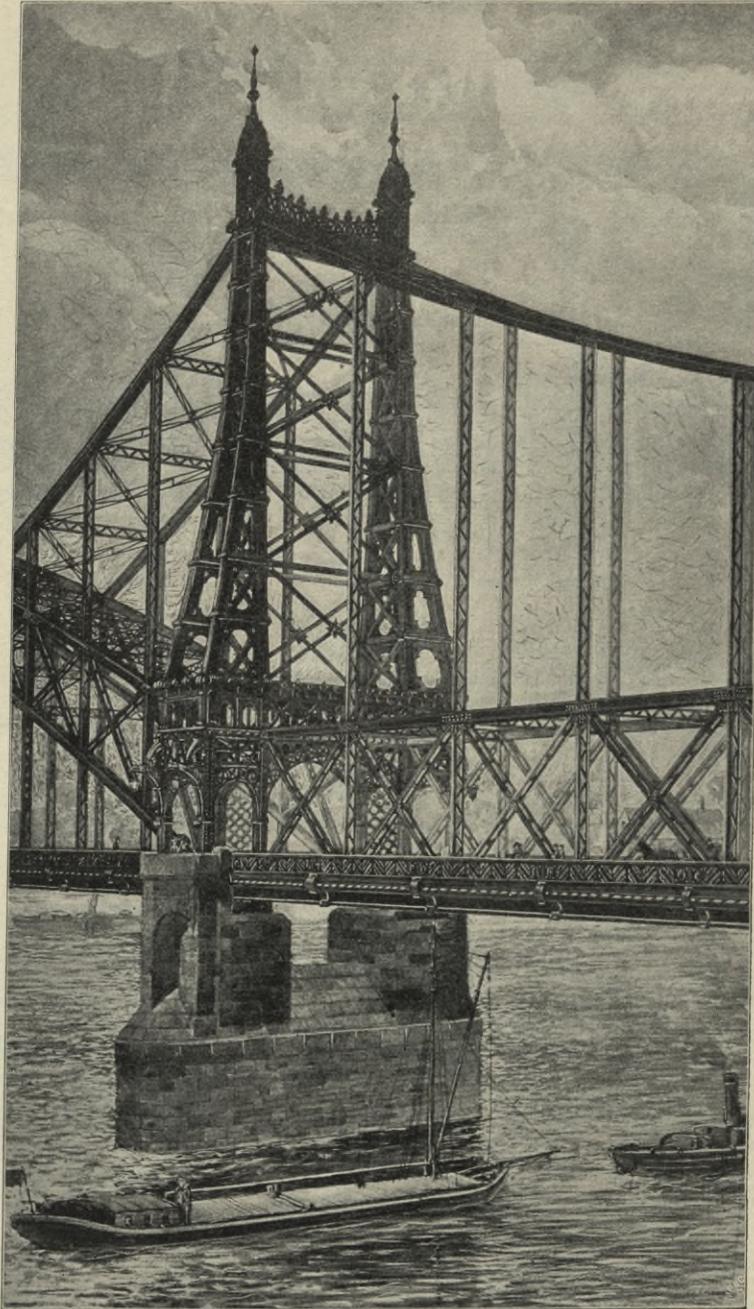
$$2,1 + 5 \cdot 8,3 = 43,60 \text{ m}$$

beträgt.

Die Türme, die sich oben bis zu einer Breite von 1,8 m verjüngen, sind 38,06 m hoch. Die Ketten der Seiten- und der Mittelöffnung schließen sich unter gleichem Winkel an sie an.

Der untere Teil eines Turmes ist durch Fig. 10 bis 13 dargestellt, während Fig. 14 eine Turmansicht bietet.

Die Knotenpunkte der Kette und des Untergurtes des bogenförmigen Versteifungsbalkens der Mittelöffnung liegen auf kongruenten Parabeln. Der Bogenträger erreicht am Turm eine Höhe von 9,0 m und behält diese Höhe als Versteifungsbalken der Kette in den Seitenöffnungen bei. Im Scheitel ist er 4,10 m hoch, und sein Obergurt schneidet die Kette beim vierten Pfosten. Hierdurch ergeben sich 3 Bedingungen für die Linienführung des Bogenobergurtes, dessen Knotenpunkte auf einer kubischen Parabel liegen. Die Kette schließt tangential an die Balkenenden an, ähnlich dem Nebentwurf »Jungbusch-Neckarvorstadt« des Mannheimer Wettbewerbes¹⁾, und da sie mit der Kette der Mittelöffnung am Turm die gleiche Neigung hat, so ist durch diese Bedingungen die Kurve ihrer Knotenpunkte, die ebenfalls vom dritten Grade ist, bestimmt. Sämtliche Felder erhalten mit Rücksicht auf das gute Aussehen gekreuzte Schrägen, ohne daß hierdurch der Querverkehr zwischen Fahrbahn



und Fußwegen in den Seitenöffnungen gehindert ist; das kommt bei der großen Feldweite und der Höhe des Versteifungsbalkens nicht in Frage.

Fig. 15 zeigt das hintere Ende der Kragträger und die Zusammenführung des Kettengurtes mit dem Obergurt des Versteifungsträgers.

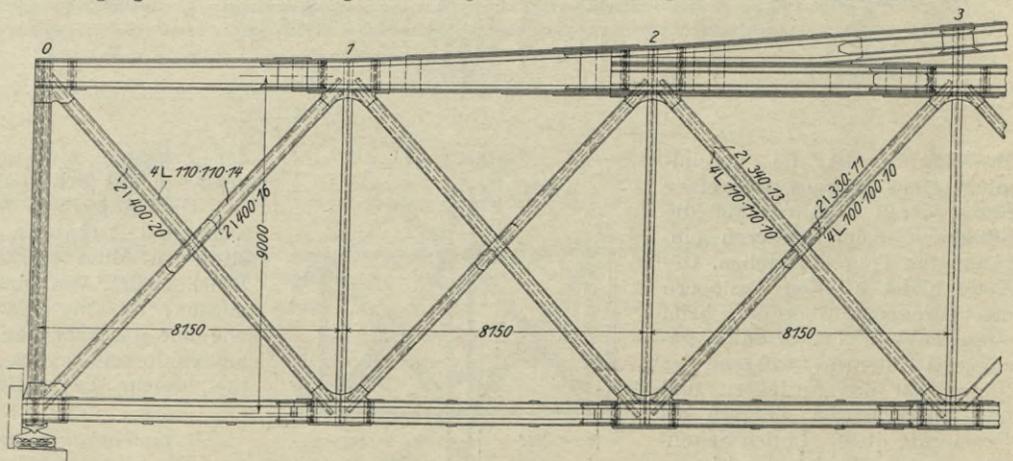
In Fig. 16 bis 26 sind die besonders lehrreichen beweglichen Punkte der Mittelöffnung mit allen Einzelheiten dargestellt. In der Nähe der Gelenke sind einige blinde Stäbe an einem Ende beweglich eingesetzt, um die Linienführung der Gurtungen nicht zu unterbrechen. Der eingehängte Träger ist an seinem einen Ende durch einen Bolzen mit dem einen Ausleger drehbar verbunden, während das andere Ende mittels Pendelstütze längsverschieblich auf dem zweiten Ausleger gelagert ist (s. Fig. 21 bis 26), so daß eine Horizontalverschiebung des Trägers möglich ist, um den Längenänderungen der Träger zwischen den beiden festen Lagern auf den Mittelpfeilern Rechnung zu tragen.

Fahrbahn.

An die Pfosten der Hauptträger sind Querträger angeschlossen, welche zwischen den Hauptträgern als Blechbalken, außerhalb derselben als Fachwerk-Konsolen ausgebildet sind. Zwischen den Querträgern befinden sich 4 Längsträger im gegenseitigen Abstand von 3,0 m, Fig. 8, auf die sich in jedem Felde

Fig. 15.

Kragträger. Zusammenführung des Kettengurtes mit dem Obergurt des Versteifungsträgers.



¹⁾ Z. 1902 S. 254.

Fig. 16 bis 26. Einzelheiten der Knotenpunkte der Mittelöffnung.

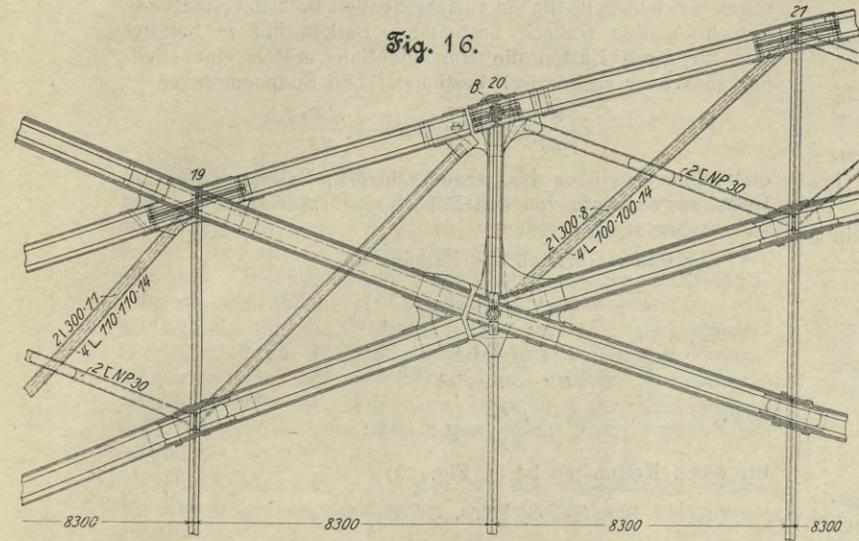


Fig. 21 bis 23.

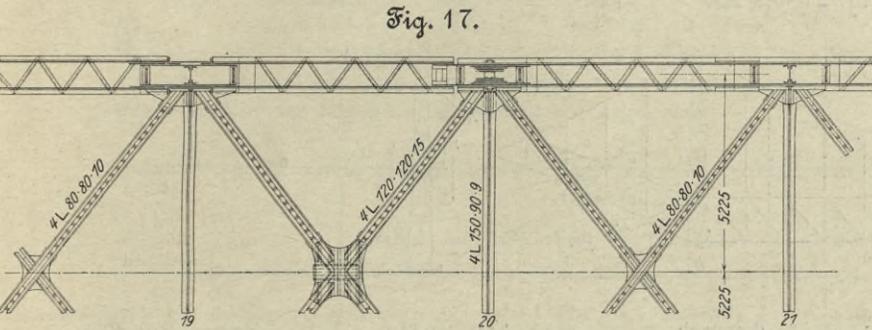
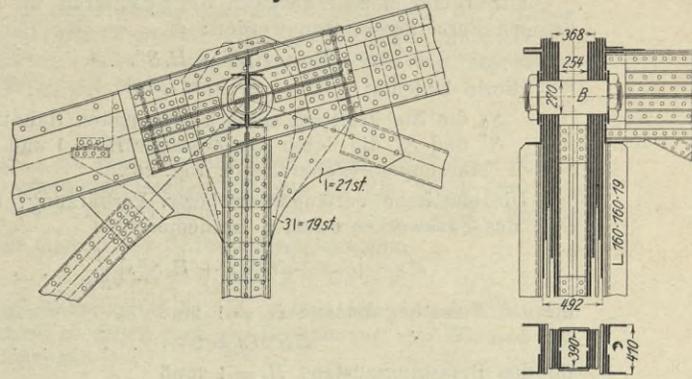


Fig. 24 bis 26.

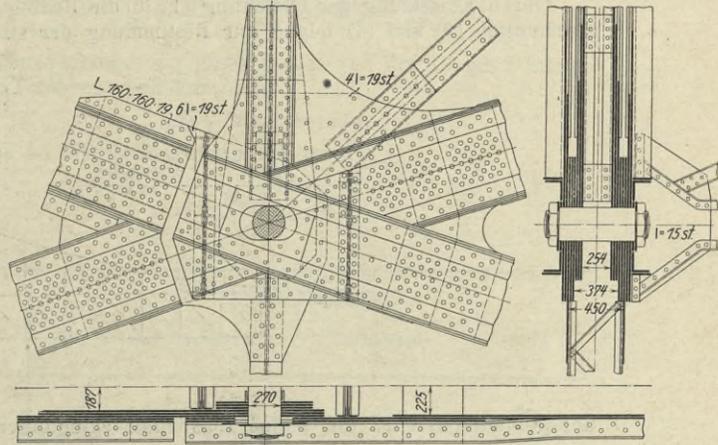
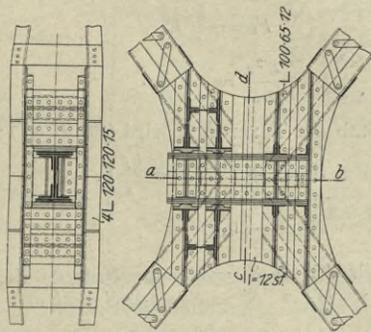
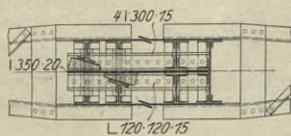


Fig. 18 bis 20.

Schnitt c-d.



Schnitt a-b.



4 Reihen Zwischenquerträger stützen, welche zur Unterstützung von Zwischenlängsträgern dienen. Der in dieser Weise gebildete Trägerrost wird mit verzinkten Buckelplatten von $1,50 \cdot 1,63$ m Größe abgedeckt. In bekannter Weise sind die Buckelbleche zur Unterbettung des 12 cm starken Holzpflasters mit Beton ausgefüllt, wie in Fig. 8 dargestellt. Zur Unterstützung der Gehwegkonstruktionen dient ein fachwerkförmiger Längsträger, welcher an die Konsolen der Querträger angeschlossen ist. Einerseits auf diesem Längsträger, andererseits auf dem äußern Fahrbahn-Längsträger ruhen Gehweg-

Zwischenräger, welche in gleichen Abständen wie die Zwischenquerträger der Fahrbahn angeordnet sind. Die Gehwegtafel wird durch längslaufende Belageisen gebildet, deren Abstand voneinander rd. 500 mm beträgt, und die mit Betonplatten überdeckt sind; s. Fig. 8 und 9.

Windverband.

Zur Windversteifung der Brücke dienen drei Windverbände. Der eine liegt in der Fahrbahn, der zweite in der Ebene der Obergurte der Parallelträger und des Bogens, der dritte in der Ebene der Kette. Während die beiden ersten Windverbände über die ganze Stromöffnung durchgeführt sind, fällt der dritte bei dem eingehängten Träger fort.

Der mittlere obere Windträger ist, wie in Fig. 16 und 17 dargestellt, im Kreuzpunkt der Diagonalen zwischen den Knotenpunkten 19 und 20 gelagert. Entsprechend der erforderlichen ungehinderten Längsbeweglichkeit in wagrechtem Sinn ist die Auflagerung ausgebildet, wie in den Figuren 18 bis 20 ausführlich dargestellt ist.

Statische Berechnung.

Die Hauptträger sind durchgehende Balken mit 2 Gelenken, Fig. 27, und als solche bezüglich der Auflagerdrücke, also äußerlich, statisch bestimmt. Da der Turm mit dem Versteifungsträger starr verbunden ist, so ist das System innerlich zweifach statisch unbestimmt, wenn man von der statischen Unbestimmtheit infolge Anordnung gekreuzter Streben absieht. Der eingehängte Träger ist äußerlich ein einfacher Balken mit einem festen und einem beweglichen Auflager, Fig. 27, wie bereits oben dargestellt, s. Fig. 16 bis 26. Der wagerechte Schub des bogenförmigen Trägerteiles wird durch den wagerechten Kettzug aufgehoben.

somit ist

$$\sum \frac{S' S' s}{EF} = \sum \frac{y s 0,2352}{h E}$$

Dieser Summenausdruck kommt nur für die Seitenöffnung in Frage, also ist $s = \lambda$; demnach kann der Ausdruck für w in der Form

$$w = \frac{y s}{h^2 F_u E}$$

geschrieben werden, und es ist

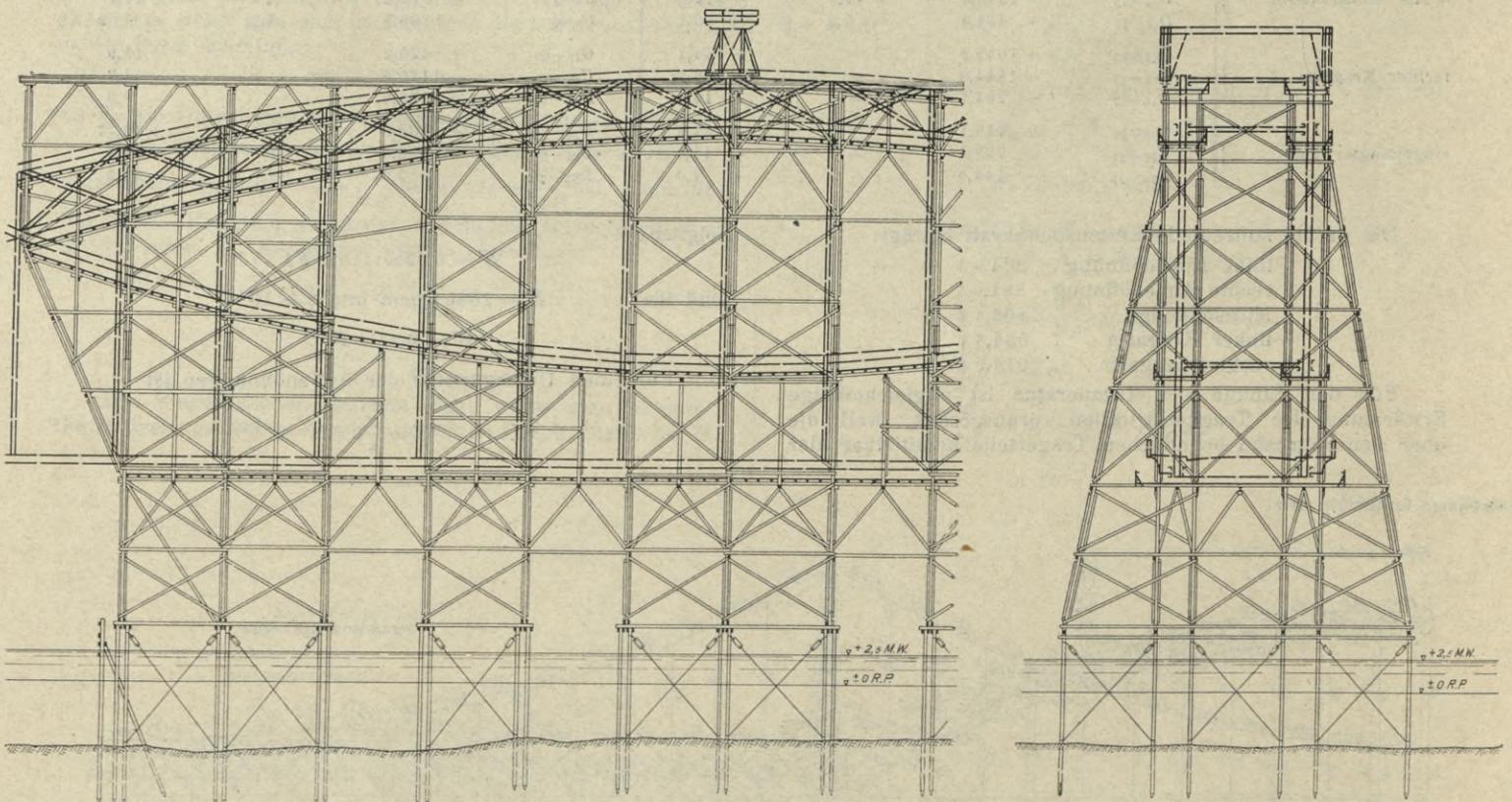
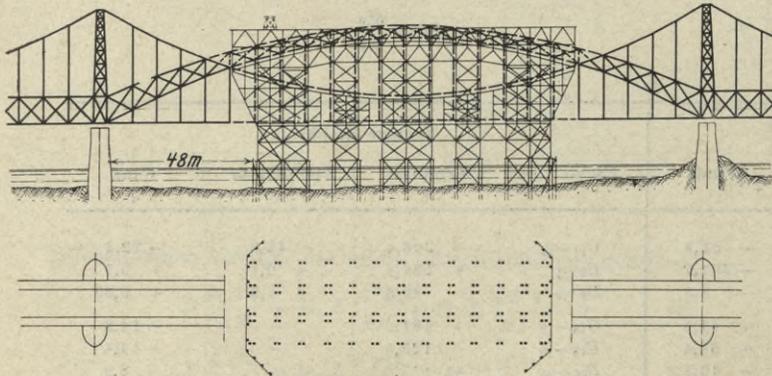
$$\sum \frac{S' S' s}{EF} = \sum 0,2352 F_u h w \text{ oder } = \sum M' w,$$

da $h \cdot 0,2352 F_u = h S'$ gleich dem Moment der Kraft S' bezüglich des entsprechenden Drehpunktes des Untergurtstabes ist. Da S'' für die Außenöffnungen gleich null ist, so ergibt sich

$$\sum \frac{S' S' s}{EF} = 0.$$

Nach bekannter Berechnung der übrigen Summenausdrücke sind alle Größen zur Auflösung der Bedingungsgleichungen für H'_a und H'_i gegeben.

Fig. 36 bis 39. Anordnung der Montagekrane



Sind diese Größen bekannt, so lassen sich alle Stabkräfte infolge von Temperaturänderungen einfach bestimmen. In Fig. 30 sind die ausgeführten Querschnitte in qcm zusammengestellt, um denen, die ähnliche Systeme zu berechnen haben, einen Anhalt über die Ergebnisse dieser mit großem Geschick durchgeführten statischen Berechnungen zu geben.

Bauvorgang.

Die Ausführung ist in folgender Weise gedacht:

Nach Fertigstellung des Unterbaues im ersten Baujahr wird im zweiten der eiserne Ueberbau für die Seitenöffnung und der freikragende Teil der Mittelöffnung auf der Homberger Seite hergestellt, und zwar auf vollständig fester Rüstung, wie in Fig. 31 bis 35 (S. 15) dargestellt. In der rechten Seitenöffnung wird dagegen, wie aus der Sonderzeichnung in Fig. 31 rechts oben ersichtlich, der Parallelträger bis Mitte des Jahres auf fester Rüstung am Lande montiert und dann übergeschoben, da die Hafeneinfahrt von einem festen Gerüst frei bleiben muß. Im Anschluß an das Ueberschieben des Tragwerkes der Seitenöffnung wird darauf der rechtsseitige Ausleger in der Mittelöffnung eingebaut und die Kette der rechten Seitenöffnung montiert. Im dritten Jahre soll endlich das Tragwerk des mittleren Teiles der Mittelöffnung eingebaut sowie alles Uebrige vollendet werden. Dabei bleiben für die Schifffahrt, da inzwischen die Rüstungen für die Kragträger entfernt worden sind, zu beiden Seiten der Mittelöffnung noch je 48 m Breite. Während dieser Zeit wird ein Schleppdienst eingerichtet. Alle sonstigen Einzelheiten der Rüstungen sowie die Anordnung der Montagekrane geht aus Fig. 31 bis 39 hervor.

Die vorstehende Darstellung zeigt, daß, wie auch das Preisgericht anerkannt hat, die schwierige Aufgabe in konstruktiver und ästhetischer Hinsicht in hervorragender Weise gelöst worden ist. Das Preisgericht sagt in seinem Gutachten vom 19. Mai 1904:

»Die Verbindung des über die weite Mittelöffnung gespannten schlanken Bogens mit der auf hohen Pfeilern ruhenden

»den Kette ist ein Motiv von bedeutender Wirkung. Ihr »steht zwar die Ueberbrückung der an die Mittelspannung »angrenzenden beiden Oeffnungen nicht ganz ebenbürtig zur »Seite, weil die Parallelträger als scheinbare Widerlager des »Hauptbogens nicht voll befriedigen; trotzdem aber muß die »durch den Entwurf I der Gutehoffnungshütte gebotene Lö-

Die Turmpfeiler mit dem anschließenden Tragwerk sind in Fig. 40 bis 44 mit Einzelheiten des oberen Knotenpunktes dargestellt. Die Länge der Turmfelder beträgt 4,2 m. Im eingehängten Teile sind sämtliche Felder 8,0 m lang. Die Spannweite beträgt 72 m. Im übrigen sind die Hauptträger als durchgehende Balken mit 2 Gelenken, also als statisch

Fig. 31. Rüstung für die Kragträger und die Zufahrtbrücken.

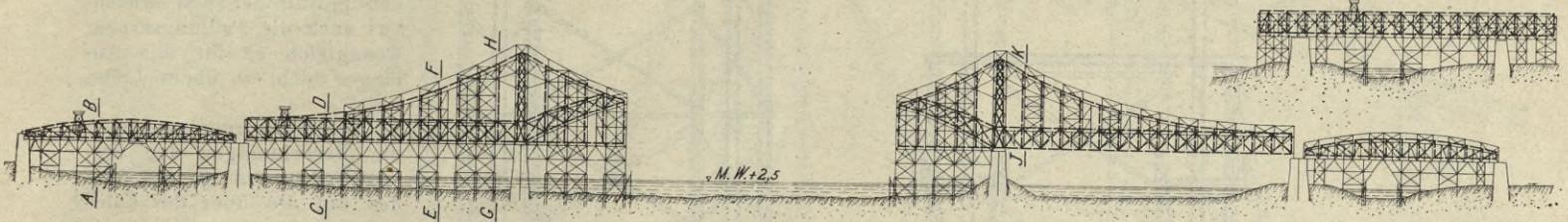
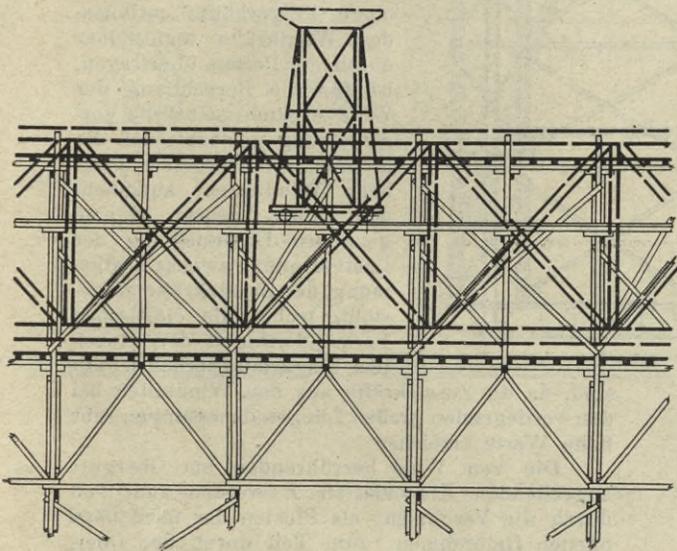


Fig. 32. Längsschnitt.



»sung der schwierigen Aufgabe als eine hervor- »ragende bezeichnet werden.

»Die konstruktive Behandlung des Parallel- »trägers und des Bogens als Gerberscher Ver- »steifungsbalken einer Kette, die Durchbildung »der Einzelheiten und die sorgfältige statische »Untersuchung verdienen hohe Anerkennung.«

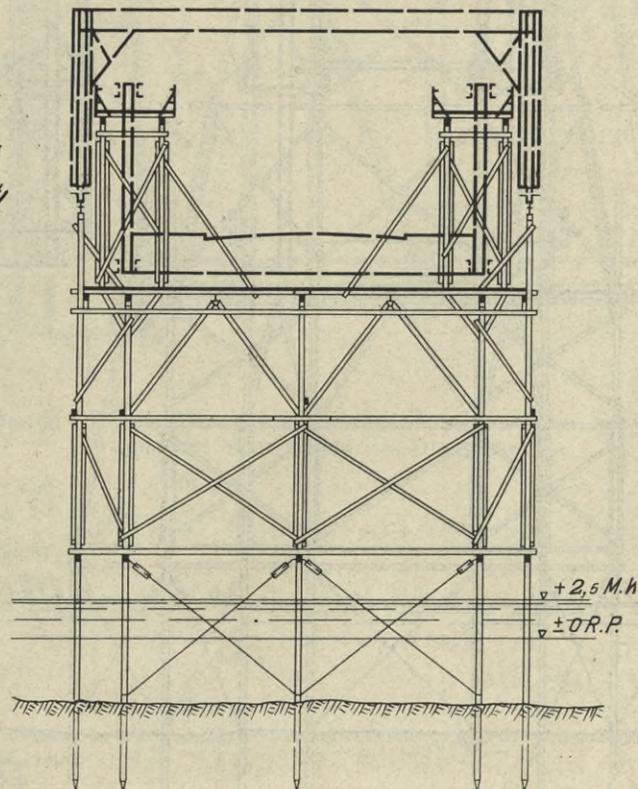
1a) Entwurf II der Gutehoffnungshütte.

(s. Fig. 40. bis 59)

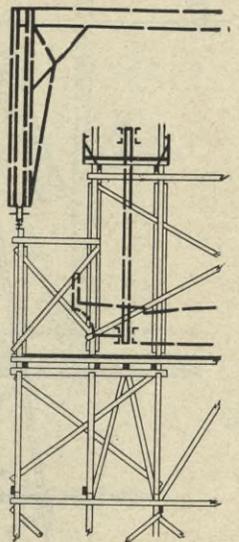
Hauptträger.

Im wesentlichen unterscheidet sich dieser Entwurf von Entwurf I durch die Form der Hauptträger, wie sie in Fig. 2 und 3 auf S. 8 deutlich zur Anschauung gebracht sind. Das gewählte Hauptträgersystem weist einen über die drei Mittelöffnungen nach der Kettenlinie gekrümmten Obergurt und einen nach der Fahrbahn verlaufenden Untergurt auf, die beide durch einfaches Pfostenfachwerk verbunden sind. Während sich jedoch im Entwurf I der obere Windverband über die ganze Brücke erstreckt, ist beim Entwurf II überhaupt kein oberer Windverband vorhanden. Der Winddruck auf die obere Teile des Tragwerkes wird durch steife Halbrahmen nach den untern Windverbänden übertragen. Die Teilung der Hauptträger durch Pfosten ist in einer weniger gebräuchlichen Weise, nämlich mit ungleichen Längen angeordnet; sie wechselt zwischen 8,0 und 9,8 m, entsprechend der zunehmenden Höhe der Hauptträger nach den Turmpfeilern hin.

Fig. 33. Schnitt A-B.

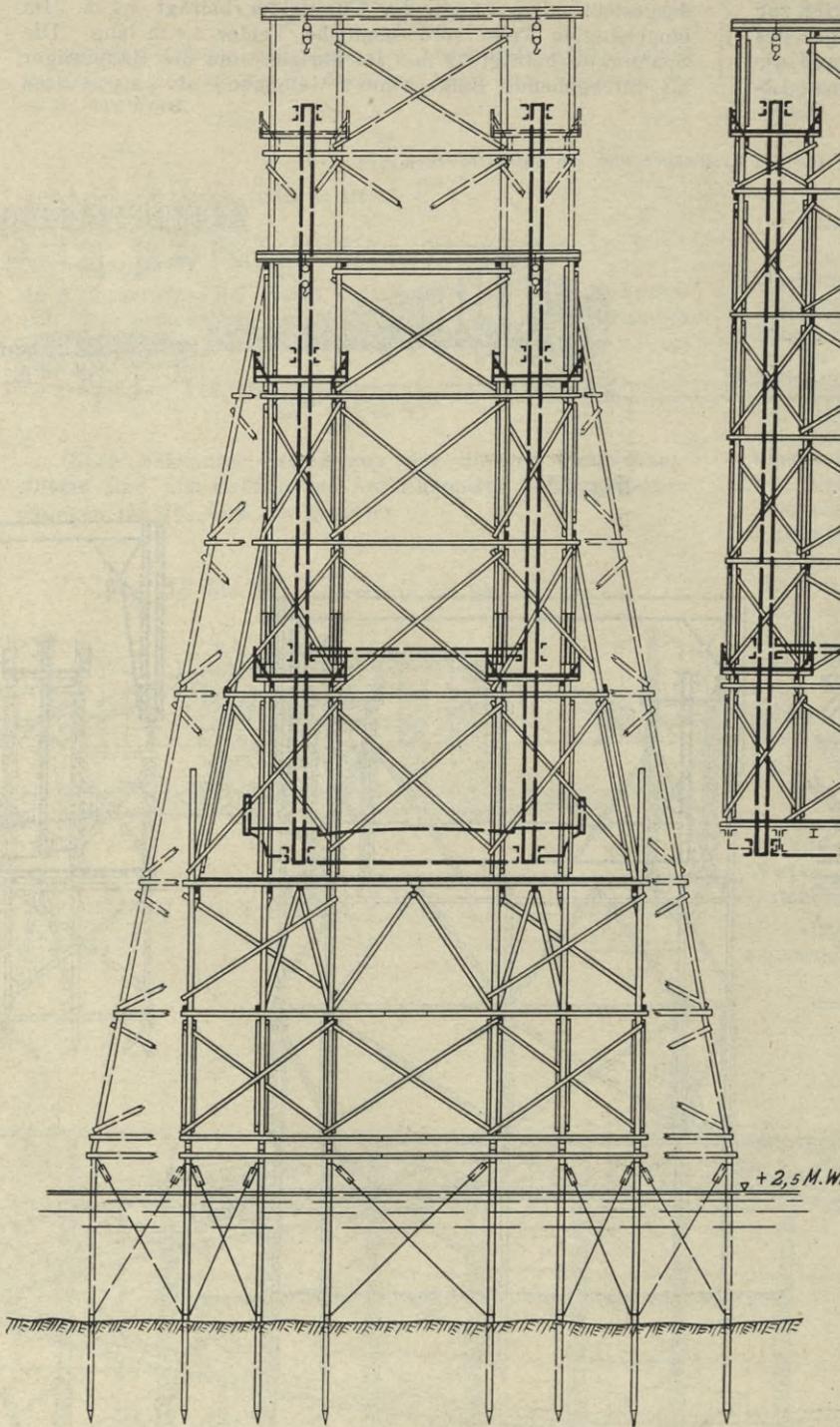


Schnitt C-D



bestimmte Gerber-Balken berechnet. Die Kragträger sind auf den Stropfpfeilern unverschieblich aber drehbar gelagert, während bei den Endpfeilern verschiebbare Rollager vorgesehen sind. Der eingehängte Teil ist an dem einen Ende mittels eines Bolzens unverschieblich aber drehbar mit dem Ende des einen Kragarmes verbunden, während das andere Ende durch Bolzen und Pendelstütze drehbar und längsverschieblich angeschlossen ist; s. Fig. 45 bis 53. Zu diesem Zweck ist der entsprechende Pfosten bei 21 doppelt ausgebildet; er besteht aus einer innern Pendelstütze, s. Fig. 52, welche durch den im Langloch des Kragträger-Obergurtes geführten (Fig. 48) Bolzen mit dem eingehängten Träger in Verbindung steht und sich unten durch eine besondere Auflagerkonstruktion auf den Kragträger stützt. Die innere Pendelstütze ist in einen äußern Stab eingebaut, der den Endpfosten des Kragträgers bildet. Alle Einzelheiten sind in Fig. 48 bis 53 dargestellt. Die Windverbände, welche

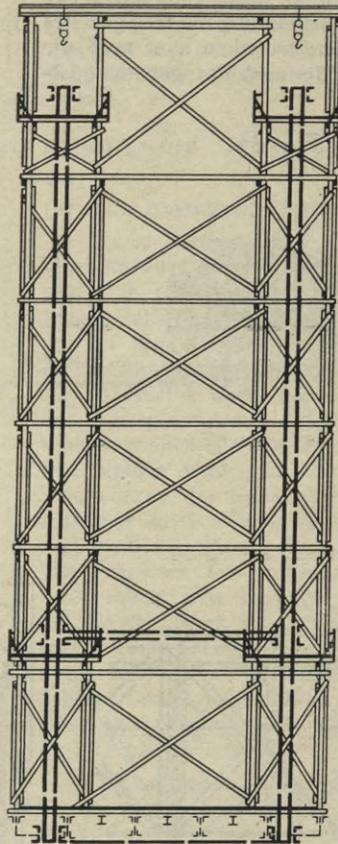
Fig. 34. Schnitte E-F und G-H.



unter der Fahrbahn liegen, sind wie die Hauptträger als Kragträger konstruiert. Der Auflagerpunkt der Windschragen zwischen 21 und 22 (s. Fig. 47) bildet den Stützpunkt für den mittleren Teil des Windverbandes, dessen Einzelheiten in Fig. 54 und 55 gegeben sind. Hier sind die unteren Gurtungen durchgeschnitten und blind angeschlossen, wie Fig. 50 zeigt. Für eine Horizontalverschiebung sind im Kreuzungspunkt der Schrägen Gleitlager angeordnet. Die Knotenpunkte des Obergurtes liegen auf Linien, die entsprechend dem von Müller-Breslau¹⁾ beim »Kaisersteg« in Oberschöneweide bei Berlin angewandten Verfahren für eine ungleichmäßig verteilte Belastung berechnet worden sind.

¹⁾ Zentralbl. d. Bauverw. 1900 S. 257. Müller-Breslau, Graph. Statik Bd. II S. 427, 3. Aufl.

Fig. 35. Schnitt I-K.



Statische Berechnung.

Die statische Berechnung der Hauptträger ist naturgemäß einfach; die Einflußlinien sind jedoch nicht durch Zeichnung, wie sonst üblich, sondern durch Zahlentafel bestimmt. Dieses Verfahren ist für Straßenbrücken entschieden praktischer und erleichtert auch die Prüfungsarbeit, wengleich es für den Anfänger nicht so übersichtlich ist.

Besondres Interesse bieten die Berechnungen der Zusatzkräfte infolge des Windes auf die über der Fahrbahn gelegenen Teile der Hauptträger. Obwohl die oberen Gurtungen einen wesentlichen Teil der auf die obere Trägerhälfte entfallenden Windkräfte unmittelbar durch die Portale übertragen, ist für die Berechnung der Windverbände selbst die Voraussetzung gemacht, daß die unteren Windverbände sämtliche Windlasten aufzunehmen haben. Jedoch ist eine genauere Untersuchung der Lastverteilung zwecks Bestimmung der Zusatzkräfte aufgestellt, wobei die elastischen Formänderungen der einzelnen Trägerteile berücksichtigt

sind, da die Zusatzkräfte aus den Windlasten bei den vorliegenden großen Längenabmessungen sehr hohe Werte erreichen.

Die vom Wind herrührenden, am Obergurt angreifenden Knotenlasten L werden zum Teil durch die Vertikalen, als Pfosten der nach oben offenen Halbrahmen, zum Teil durch den Obergurt selbst aufgenommen.

Bezeichnet

f_v die Durchbiegung des oberen Endes einer Vertikalen V unter der auf sie entfallenden Last,

f_v die Durchbiegung des Obergurtes in der Ebene der Vertikalen V_1 unter den auf ihn entfallenden Lasten,

so lautet die Elastizitätsbedingung:

$$f_v = f_v.$$

Die Untersuchung ist nur für den Kragarm durchgeführt, und zwar für vier Querschnitte q_1 bis q_4 , Fig. 56, in den gleichen Entfernungen von 14,025 m. Dabei ist absolute Steifigkeit des unteren Windträgers vorausgesetzt und die Verdrehung des Querrahmens unter dem Einfluß der

auf die Vertikalen entfallenden Lasten vernachlässigt, ebenso die geringe Krümmung des Obergurtes.

Zunächst sind die Knotenlasten in den oberen Knotenpunkten für 150 kg/qm Windlast bestimmt; sie betragen unter Zugrundelegung der getroffenen Fläche

beim Knotenpunkt	15	16	17	18	19	20
	2,3	2,06	1,76	1,55	1,44	1,35 t
bezw.	0,228	0,210	0,190	0,178	0,166	0,153 t/m

Hieraus sind dann die Knotenlasten für die Querschnitte q_1 bis q_4 durch Interpolation bestimmt zu:

Knotenpunkt	q_1	q_2	q_3	q_4
$P =$	3,10	2,72	2,43	1,76 t
bezw.	2,21	0,194	0,173	0,155 t/m

im höchsten Maße beachtenswert und bilden für die vorliegende Aufgabe vorzügliche Lösungen. Dem Konstrukteur wird die Lösung im Harkortschen Entwurf mehr zusagen; stellt man jedoch das Konstruktive ein wenig zurück, so wirkt die Lösung der Gutehoffnungshütte durch den großen Linienzug in der Hauptöffnung bestehender.

Die beiden Kragträger sind statisch bestimmte Systeme, während das eingehängte Mittelstück von 72 m Stützweite einfach statisch unbestimmt ist.

beiderseits sind die Windschrägen zu einem Knoten zusammengezogen der sich längsbeweglich, s. Fig. 65, auf den Querriegel *q* der betreffenden Portalstützen legt, durch welche der Winddruck auf den unteren Windverband der Kragträger übertragen wird. Die Kragträger haben nicht über die ganze Länge hin oberen Windverband, nämlich dort nicht, wo die Obergurte niedrig liegen. In der Nähe der Pylonen folgt der Windverband dem Kettengurt, wie aus Fig. 67 und 68 zu erkennen ist, nach der Mitte zu bis zu den vorerwäh-

Fig. 60 bis 63. Einzelheiten des Bogenfachwerks.

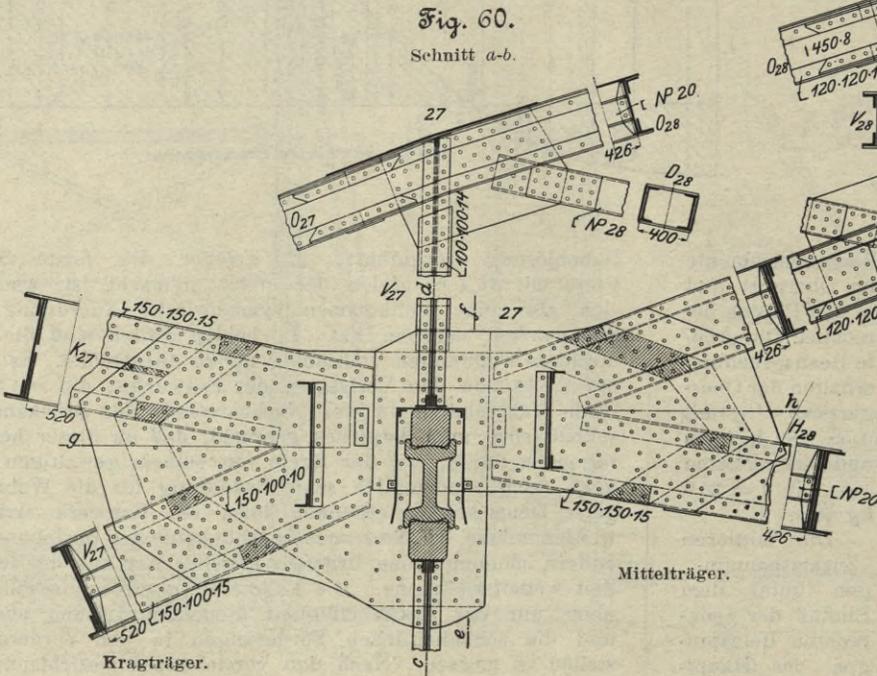


Fig. 60.

Schnitt a-b.

Fig. 63.

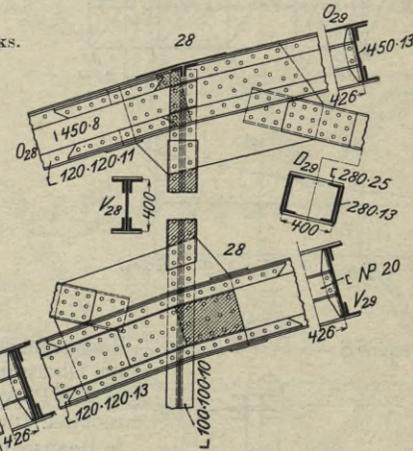


Fig. 62.

Schnitte c-d e-f

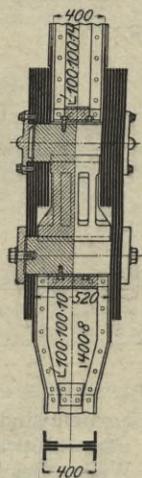


Fig. 61. Schnitt g-h.

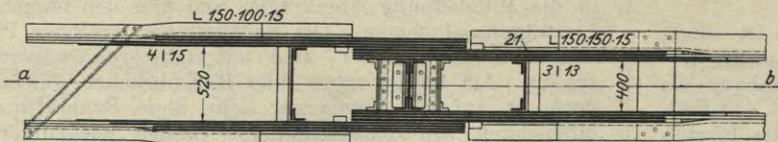


Fig. 64. Windverband.

Fig. 66 bis 68.

Knotenpunkt 23. Stegplattenstoß Anschluß des oberen Windverbandes bei Knotenpunkt 23.

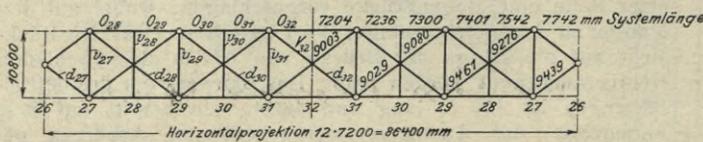
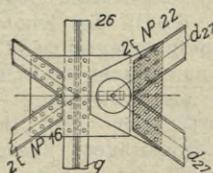


Fig. 65.

Beweglicher Anschluß des oberen Windverbandes an den Querriegel des Portals.



Windverbände.

Zwei Systeme von Wind- und Querverbänden sind angeordnet. Das eine ist der obere Windverband, s. Fig. 64 im eingehängten Mittelstück, der sich zu beiden Seiten um je ein Feld von 7,2 m Länge weiter erstreckt. Im letzten Feld

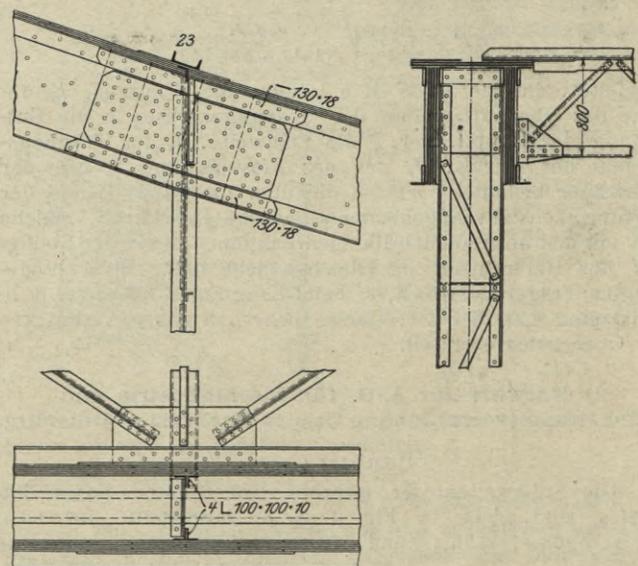
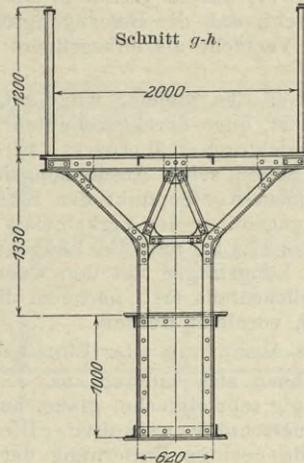
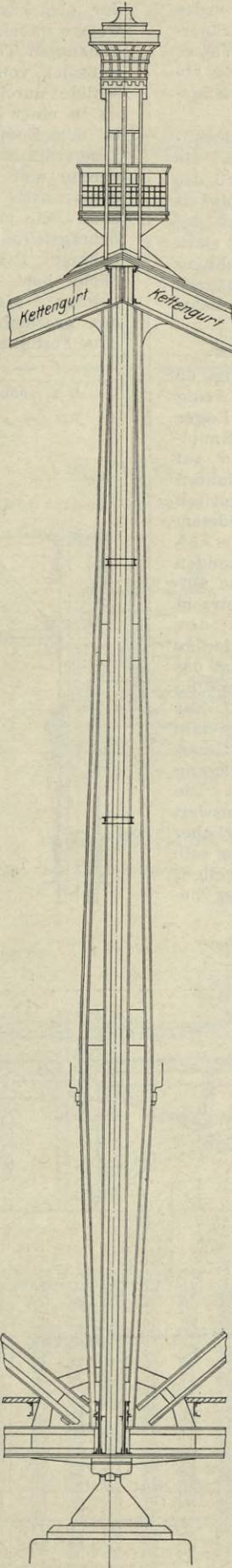
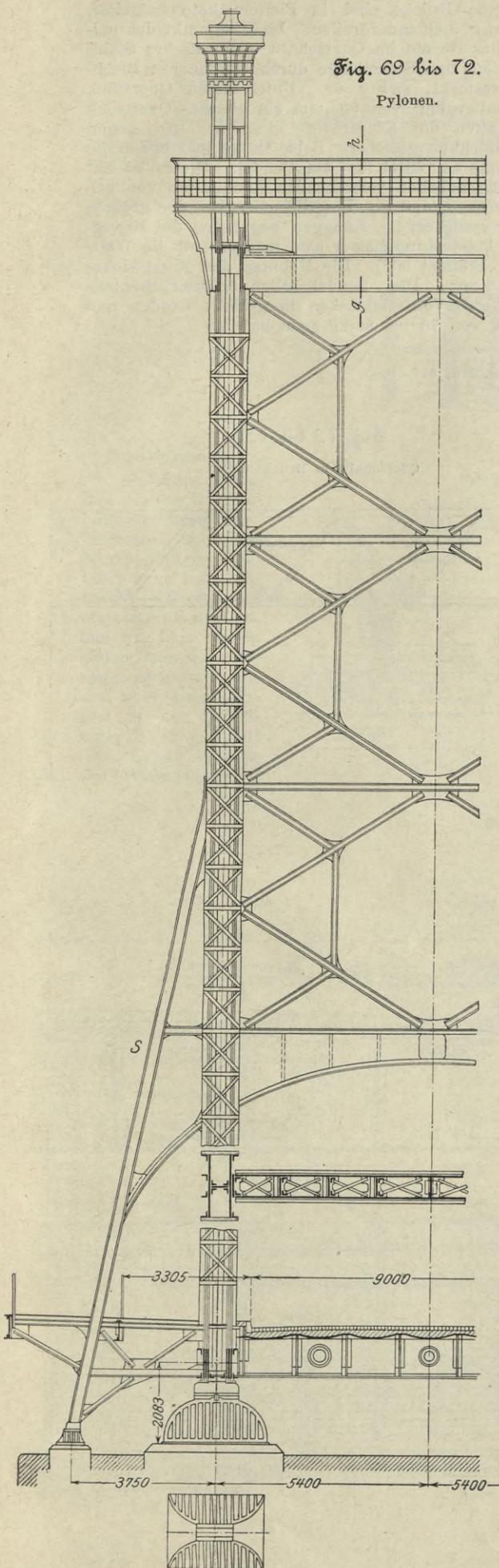


Fig. 69 bis 72.

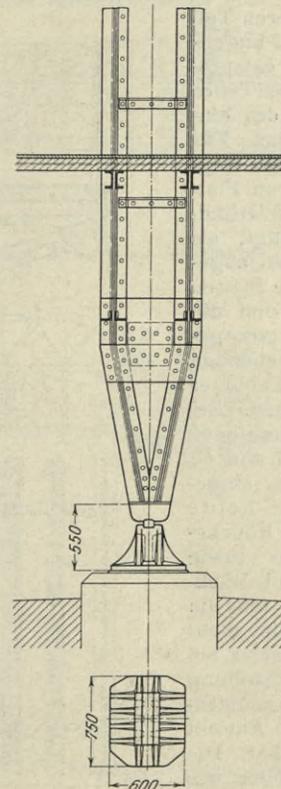
Pylonen.



ten Portalen, s. Fig. 65, wo er mit dem Windverband des eingehängten Mittelstückes längsverschieblich zusammentritt. Durch die Pylonen, s. Fig. 69 bis 72, wird der Winddruck auf die Pfeiler übertragen, während in der Mitte der Seitenöffnung wieder ein Portal eingebaut ist, durch welches der Winddruck auf den untern Windverband des Kragträgers übergeführt wird. Der untere Windverband entspricht im eingehängten Mittelstück dem oberen und überträgt im Endrahmen den Winddruck durch längsbewegliche Stützung auf die Kragträger, deren unterer Windverband fest mit den Pylonen verbunden ist und sich im übrigen bis zu den Endlagern ausdehnt. Die Pylonen sind so ausgebaut, daß der Winddruck durch seitlich sich gegen die senkrechten Ständer stemmende Schrägstreben *S*, Fig. 69, in die Pfeiler übergeführt wird. Faßt man die oberen Teile der Pylonenwände als starre Scheiben auf, so wird der ganze seitliche Winddruck auf die auf der Leeseite gelegene Schrägstrebe übertragen. Der Fußpunkt der Schrägstreben ist mit dem Fußpunkt des senkrechten Ständers verbunden; auf die Lager werden also nur senkrechte Drücke ausgeübt.

Fahrbahn.

Zur Unterstützung der Fahrbahndecke ist ein sehr beachtenswerter Vorschlag gemacht. An den Enden der durch Quer- und Längsträger gebildeten Rechtecke von 7,2 m Länge und 1,335 m Breite, s. Fig. 73 bis 78, sind halbe Buckelplatten aufgenietet und statt der sonst üblichen sich daran schließenden Tonnenbleche einzelne entsprechend gebogene Querflacheisen angeordnet, die durch ein mittleres Längsflacheisen untereinander und mit den halben Buckelblechen verbunden sind. Diese Abdeckung weist Querlücken auf, die den darüber gebrachten Beton von unten frei lassen und eine große Verdunstungsfläche darbieten, wodurch der Vorteil der Belageisenkonstruktion erreicht und eine bessere Erhaltung der Fahrbahnunterbettung gesichert wird. Zwischen Beton und Eisen wird ein besserer Zusammenhang möglich, im Gegensatz zu den vollen



Blechen, in welchen die Betonschale ziemlich adhäsionslos lagert. Die Buckelbleche sind von unten an die Querträgerlamellen angenietet, s. Fig. 77, um zu verhüten, daß Wasser unter sie dringt. Die Furcht, daß die Befestigungsniete abreißen könnten, ist durch Versuche als unbegründet nachgewiesen.

Die Fahrbahntafel ist an den Stellen, wo der Querrahmen das Mittelstück begrenzt, quer durchgeschnitten und die Fugen durch Ausgleichvorrichtungen überdeckt, so daß das Mittelstück nach beiden Seiten seine Ausdehnungsfähigkeit nicht verliert. Um in jedem Knotenpunkt den Einfluß der ständigen Last G , welche gegenüber der Verkehrslast P stark überwiegt ($G = 61,6$ t, $P = 27,9$ t), auf die Längsrichtung auszuschalten, sollen die Längsträger mit den Querträgern erst ganz zuletzt, erforderlichenfalls erst, nachdem die Fahrbahndecke aufgebracht ist, vernietet werden.

Sehr gediegen ist die Ausbildung aller Einzelheiten.

Die Hauptträger zeichnen sich dadurch aus, s. Fig. 69 und 70, daß sie durchgängig sehr einfache, glatte, aus wenig Elementen bestehende Querschnitte aufweisen. Die Lager sind mit Rücksicht auf die geringe Entfernung der Hauptträger ohne Querbeweglichkeit ausgebildet. Sie sind auf den Pfeilern III und IV, s. S. 8, fest, auf den übrigen Pfeilern längsverschieblich. Die festen Hauptlager haben zylindrisch abgehobelte Kippsattelstücke, s. Fig. 72, aus geschmiedetem Stahl. Der untere Lagerstuhl besteht aus Gußeisen. Die Aufstützung erfolgt lediglich durch die nach unten vorstehenden gehobelten Knotenbleche, welche die senkrechten Kräfte aufnehmen. Für eine kugelige Stützplatte wären die in Betracht kommenden Kräfte (2349 t für jedes Auflager) zu groß; deshalb ist die Zylinderfläche gewählt. Um dennoch eine innige Berührung der Zylinderfläche erkennen zu lassen, hat das Hauptsattelstück die einfachste Form ohne jeden Vorsprung erhalten, so daß die Berührungsfläche sichtbar bleibt. Zur Aufnahme der Seitenkräfte dienen Querkeile. Der Lagerstuhl hat eine pyramidenförmige Grundfläche, wodurch das Untergießen mit Zement erleichtert und eine bessere Übertragung der Seitenkräfte des Mauerwerks erreicht werden soll. Die Endlager sind Rollkipplager, s. Fig. 79 bis 81. Bemerkenswert ist noch, daß das Auflager auf Pfeiler II wegen möglicher Senkungen im Baugrund verstellbar eingerichtet werden soll. Das obere und das untere Sattelstück greifen mit kugeliger Fläche ineinander, aber nicht unmittelbar, sondern unter Einschaltung einer in den unteren Teil eingeschraubten Spindel mit kugeligem Kopf, der sich in ein entsprechendes Gesenke des oberen Teiles legt. Die Verstellbarkeit des einfachen Lagers beträgt 200 mm. Für größere Unterschiede ist die Möglichkeit des Einschlebens von Platten zwischen Mauerwerk und Grundfläche insofern berücksichtigt, als die letztere auch von unten abgeholt werden soll. Um die Platten unterschieben zu können, sind die Endquerträger besonders stark gemacht, damit die Brückenenden sicher gehoben und die Endlager damit entlastet werden können. Besondere Aufmerksamkeit verdienen auch die bereits in Fig. 60 und 62 dargestellten Auflager des eingehängten Mittelstückes, die beide längsbeweglich sind. Die Köpkechen Hänge-Federplatten sowie Pendelpfosten waren teils mit Rücksicht auf die Systemform, teils im Hinblick auf die immerhin nicht ausgeschlossenen Montagefehler bei der hier notwendigen Aufstellung von drei getrennten, zusammenhängenden Brücken nach Ansicht der Verfasser nicht anwendbar. Die Endstäbe sowohl der Ausleger wie

der eingehängten Brücke sind in Plattenpakete aufgelöst, welche gabelartig ineinandergreifen. Im Stützpunkt des eingehängten Teiles ist ein im Querschnitt quadratisches Stahlgußstück von 300 mm Seitenlänge durch die inneren Blechschilde durchgesteckt, s. Fig. 62. Unter diesem Querstück ist in einer Entfernung von 900 mm ein gleiches Querstück in den Endplatten des Kragträgers eingebaut und gegen Längsverschieblichkeit gesichert. Beide Querstücke bilden die oberen und unteren Sättel für das Pendel. Dieses ist mit evolvertisch abgehobelten vorstehenden Randleisten von solcher Höhe versehen, daß der Eingriff selbst bei der größten Schrägstellung gesichert ist. Knaggen begrenzen die Beweglichkeit. Die Pendeldurchmesser sind mäßig, weil die Wälzfläche hohl gekrümmt ist¹⁾. Die Hebung des Mittelstückes beträgt 1 bis 2 mm. Die Pendel sollen erforderlichenfalls aus geschmiedeten Vollstahlblöcken hergestellt werden und eine Festigkeit von 70 bis 80 kg/qmm haben.

¹⁾ Z. 1900 S. 216, 917.

Fig. 73 bis 75.

Querschnitt in Brückenmitte.

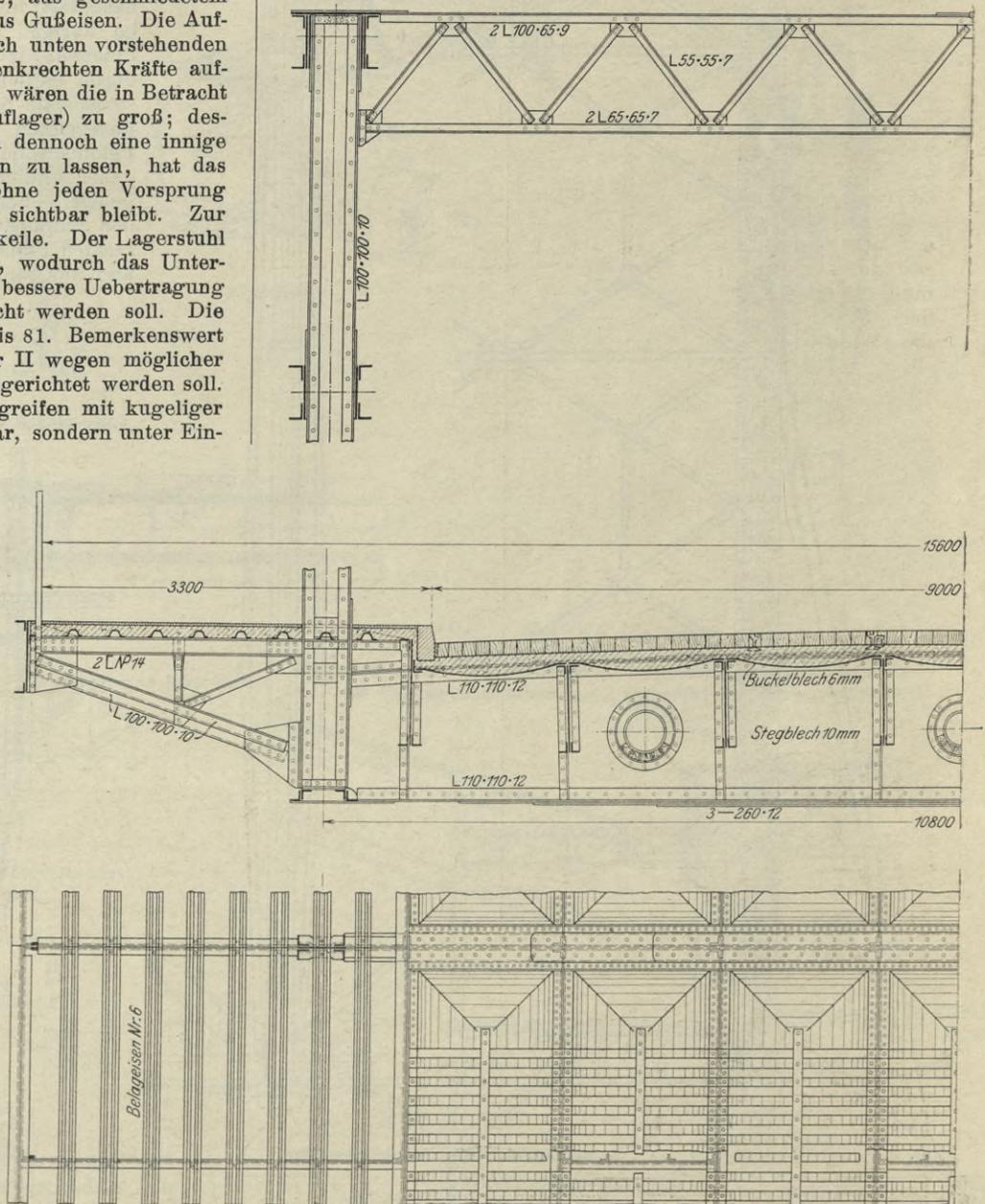
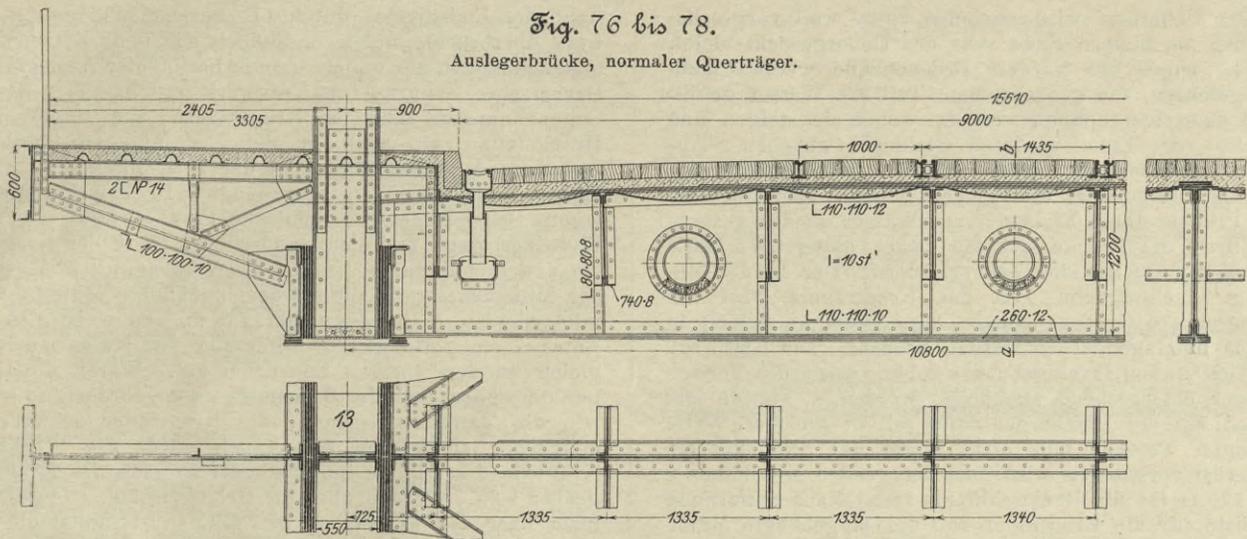


Fig. 76 bis 78.

Auslegerbrücke, normaler Querträger.

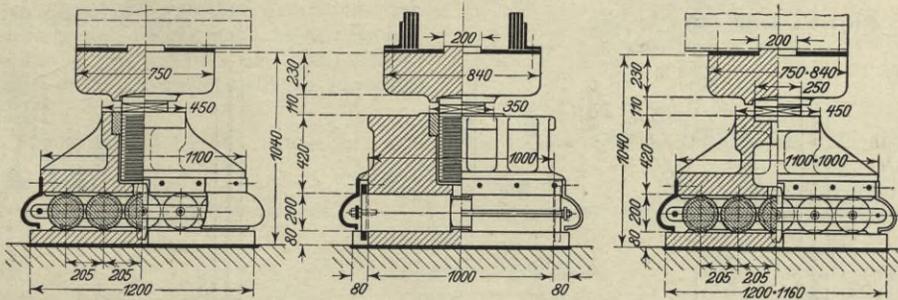


Bauvorgang.

Der Bauvorgang und die Gerüste verdienen besonders Interesse. Die Vorschrift, daß die Einfahrt zum Kaiserhafen in Ruhrort frei bleiben muß, bedingt, daß die über diesen Hafen führende Eisenkonstruktion zuerst über einem Gerüst in der Endöffnung V-VI und auf dem Lande jenseits des Widerlagers VI

Fig. 79 bis 81.

Bewegliche Auflager der Ausleger an den Enden.
Verstellbar auf Pfeiler II. Unverstellbar auf Pfeiler V.

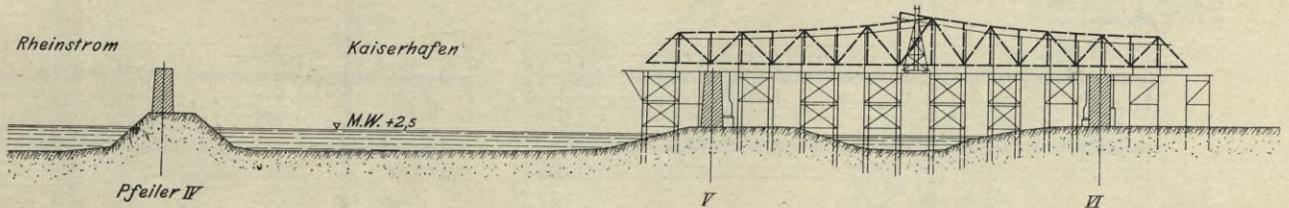


zusammengebaut wird, s. Fig. 82, und zwar auf einer Gleitbahn aus I-Eisen, auf der das Eisenwerk später vorge-schoben werden kann. Die Verschiebung soll mittels hydraulischer Pressen erfolgen, in der Weise, wie es die Firma Harkort mit der 125 m weiten Eisenbahnbrücke über den Kemifluß in Finnland gemacht

Fig. 82 bis 86.

Gerüst und Aufstellung der Strombrücke.

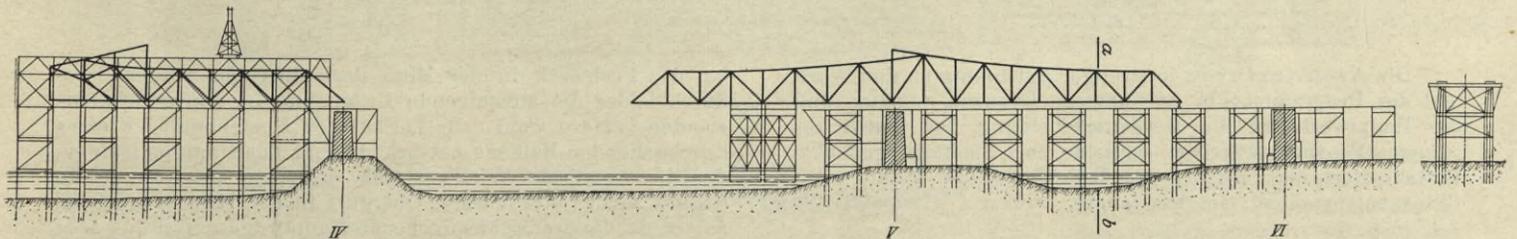
Seitlicher Versteifungsträger über V und VI montiert.



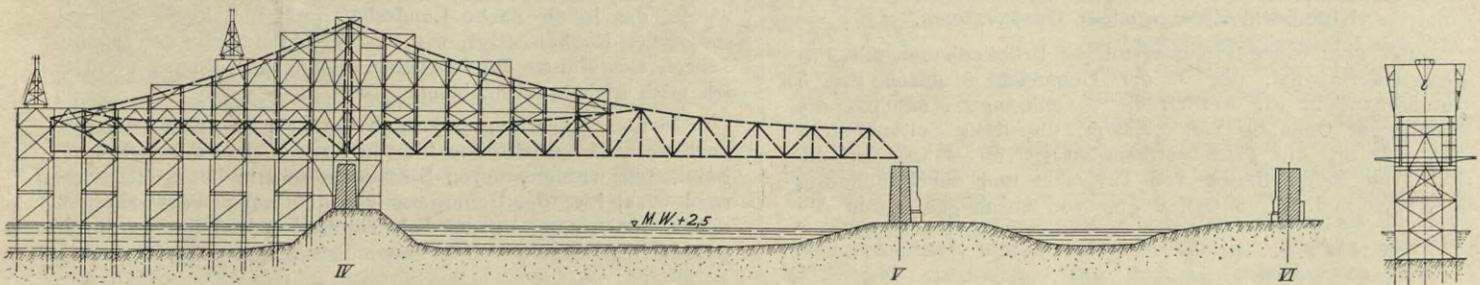
Gerüst zur Montage des Kragarmes.

Seitlicher Versteifungsträger fertig zum Ueberfahren.

Schnitt a-b.



Montage des Kragarmes und Schluß der Kette.



hat¹⁾. Der Ueberbau wird zunächst 50 m weit vorgeschoben, so daß am hintern Ende stets das Uebergewicht bleibt, s. Fig. 83. Unter das vordere Brückenende werden dann Prähme gefahren, die zunächst zum Teil mit Wasser gefüllt sind und dann leergepumpt werden, wobei sie steigen und die Brücke von ihrem vorderen Gleitlager abheben. Als dann wird die Eisenkonstruktion weiter vorgeschoben, bis ihr wasserseitiges Ende über die Pylonen gelangt; nunmehr werden die Prähme durch Einlassen von Wasser wieder gesenkt und dadurch die Brücke auf die Lager abgesetzt. Diese Arbeit soll nur 12 Stunden Zeit erfordern. Der in die Mittelöffnung hineinragende Teil des Kragträgers wird auf einem besonderen Gerüst montiert, das kaum 50 m weit in den Strom hineingebaut zu werden braucht. Die Kette soll nachträglich zwanglos eingebaut werden, wozu die Versteifungsträger entsprechend angehoben werden, s. Fig. 85 und 86. Auch auf der Homberger Seite soll in gleicher Weise vorgegangen werden, falls nicht wegen der Strömung ein festes Gerüst vorgezogen wird. In der großen Mittelöffnung bleiben 100 m für die Rheinschiffahrt frei. Nach Entfernung der Gerüste für die Kragträger soll das eingehängte Mittelstück von einem festen Gerüst aus erbaut werden, wodurch der Vorteil erreicht wird, hier die Entfernung der Gelenklager genauer messen zu können.

stand der Endstützen, durch ein zusammenhängendes Tragwerk überbrückt, und zwar ähnlich wie beim Entwurf II der Gutehoffnungshütte mittels statisch bestimmter Auslegerbalken Gerberscher Bauart. Das Tragwerk besteht aus 2 über den Seitenöffnungen ruhenden Kragträgern, die sowohl in die Mittelöffnung als auch in die Endöffnungen überkragen. Zwischen den Kragträgern in der Mittelöffnung ist ein einfacher Fachwerkbalken eingehängt. In den Endöffnungen lagern Schleppträger — einfache Parallelträger — auf den Endwiderlagern und dem landseitigen Ende der Kragträger. An den Endöffnungen beträgt die Vorkragung je 16,8 m, an der Mittelöffnung 34,2 m. Der eingehängte Mittelträger hat infolgedessen eine Länge von 135 m. Es weist also dieser Entwurf eine erhebliche Verkürzung der Kragarme im Vergleich zu den übrigen Entwürfen auf. Wären die Gelenkpunkte weiter nach der Strommitte zu angeordnet, so würden, wie die Verfasser betonen, die Kragträger schwerer und elastischer ausgefallen sein, auch würde der Wechsel der Kräfte in den Stäben innerhalb der Stützen des Kragträgers größer sein. Werden aber die Gelenkpunkte, wie geschehen, mehr nach den Pfeilern zu gewählt, so verlaufen die Kräfte im Kragträger stetiger und der vorkragende Gelenkpunkt wird starrer. Um nun den größeren Momenten des also beträchtlich weiter gespannten Mittelstückes entgegenzuwirken,

Fig. 87 bis 96. Knotenpunkte der Mittelöffnung.

Fig. 87 und 88.

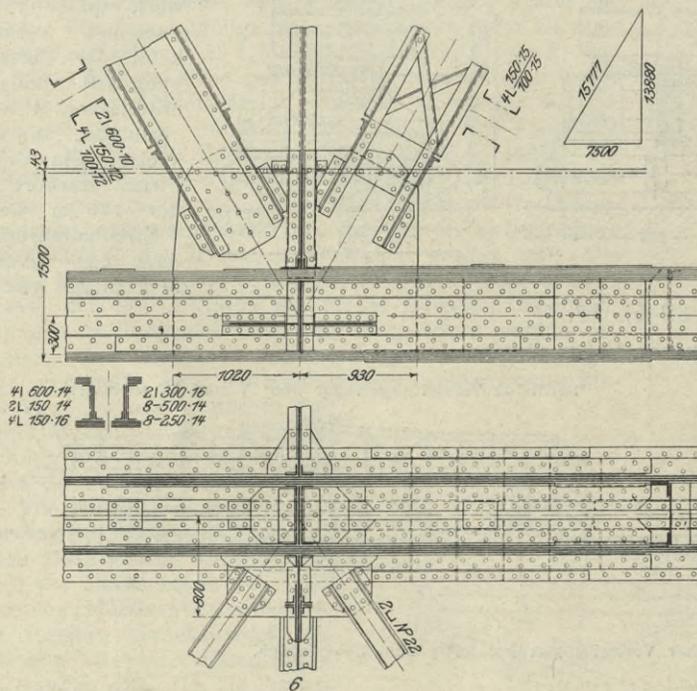
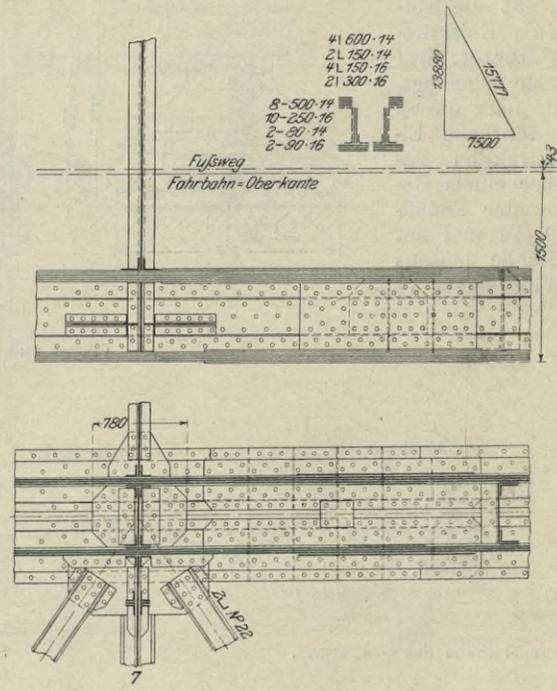


Fig. 89 und 90.



Die Architektur ist in strenger Anlehnung an den Wortlaut des Programmes in den engsten Grenzen gehalten und der Hauptwert auf die Gesamterscheinung des Bauwerkes gelegt. Es sind außerdem schlichte, als Stadttore gedachte Portalbauten am Eingang der Brücke, »einer guten alten Sitte« entsprechend, vorgeschlagen.

3) Entwurf der Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G., Werk Nürnberg, Zweiganstalt Gustavsburg.

Bei dem von der Gustavsburger Brückenbauanstalt vorgelegten Entwurf, der in der Uebersicht 8 durch Fig. 5 veranschaulicht ist, werden die 5 Oeffnungen, nämlich die Homberger Oeffnung von 83,20 m, die linke Seitenöffnung von 119 m, die große Stromöffnung von 203,40 m, die Ruhrorter Seitenöffnung von 127,20 m und die Endöffnung von 83,20 m l. W., 5 Oeffnungen von zusammen 616 m Ab-

ist das Fachwerk in der Mitte stark überhöht worden, wodurch leider die aufsteigende Krümmung im Mittelstück entstanden ist, die wohl dem Verlauf der Momentenkurve eines durchgehenden Balkens entspricht, aber doch auf denjenigen, der diese statische Wirkung nicht erkennen kann, unbefriedigend wirkt. Verliefe der Obergurt in der Mitte wagerecht, so würde die wenig ansprechende Hauptträgergestaltung sehr gewonnen haben. Der Anschauung der Entwurfsverfasser, daß durch dieses System »auch statisch ein Bild geschaffen werde, das in die flache Landschaft paßt und keine hochanstiegenden Rücken zeigt, wie ihn verschiedene in den letzten Jahren ausgeführte Rheinbrücken leider aufweisen«, vermag ich mich nicht anzuschließen.

In den Endöffnungen kragen die Träger soweit vor, daß noch normale Verhältnisse für die oben offenen Parallelträger geschaffen werden, deren Stützweite 66,4 m betragen. Störend wirkt hier der Uebergang von dem hohen Parallelträger der Seitenöffnung in den niedrigen der Endöffnung durch gerade Abschrägung. Dagegen muß zugegeben werden, daß

¹⁾ Z. 1904 S. 9.

im ganzen die Balkenform des Entwurfes einen außerordentlich klaren und einfachen Eindruck macht, daß auch die Belastung der Pfeiler in einer Weise scharf zum Ausdruck gebracht ist, wie kaum bei einem andern Entwurf. Wie noch weiter erörtert werden soll, ist ein fernerer Vorzug in dem in hohem Maße zweckmäßigen Bauvorgange zu suchen, nämlich in der »Freimontage«, die unter Vermeidung von größeren Gerüsten die schwierige Aufgabe löst, nicht nur die Einfahrt zum Kaiserhafen, sondern auch die Schifffahrtslinie im Strom während des Baues freizuhalten. Da sich auch die Kostenfrage, was die eigentliche Brücke anlangt, besonders günstig gestaltet, außerdem auch bei kürzester Brückenlänge die Brückenbreite zweckmäßig bemessen ist, so ist dieser Entwurf zur Ausführung empfohlen worden.

Hauptträger.

Die Höhe der Hauptträger, welche für die Form ausschlaggebend ist, entwickelt sich aus der Höhe von 14,24 m im eingehängten Mittelträger, die 1:9,5 der Stützweite beträgt und nach den Enden zu auf 11 m verringert wird. Auch die Trägerhöhe der Seitenöffnung ist zu 11 m gewählt, d. i. 1:10,8 bzw. 1:11,6 der betreffenden Stützweite. In den Endöffnungen beträgt die Höhe 6,5 m. Die Entfernung der Hauptträger ist auf 11 m festgesetzt, so daß für die Konstruktionstiefe der Hauptträger 1 m vorhanden ist. Die festen Lager der Brücke sind auf die Strompfeiler verlegt. Der eingehängte Teil liegt freischwebend zwischen den Enden der Kragträger, freie Ausdehnung der Träger nach beiden Enden gestattend. Die vorerwähnte große Tiefe der Hauptträger ist mit Rücksicht auf die große Querschnittsfläche gewählt.

Fig. 91 und 92.

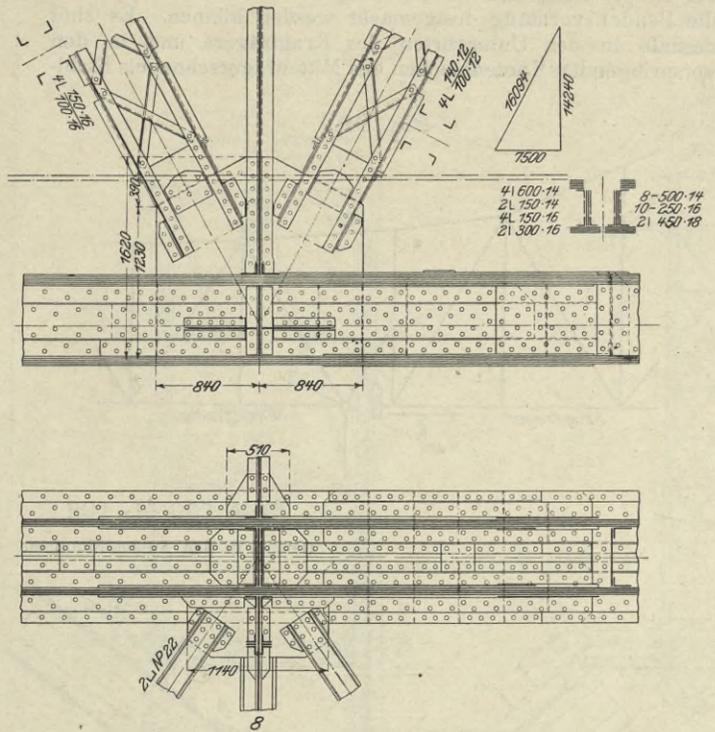


Fig. 93 bis 96. Gelenk im Untergurt des Hauptträgers der Mittelöffnung.

Fig. 93.

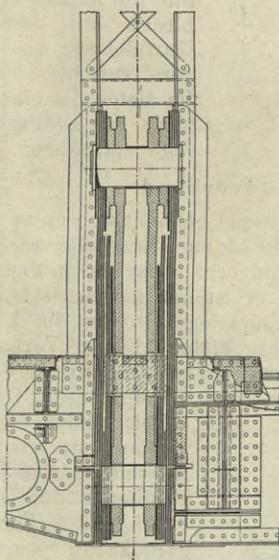


Fig. 94.

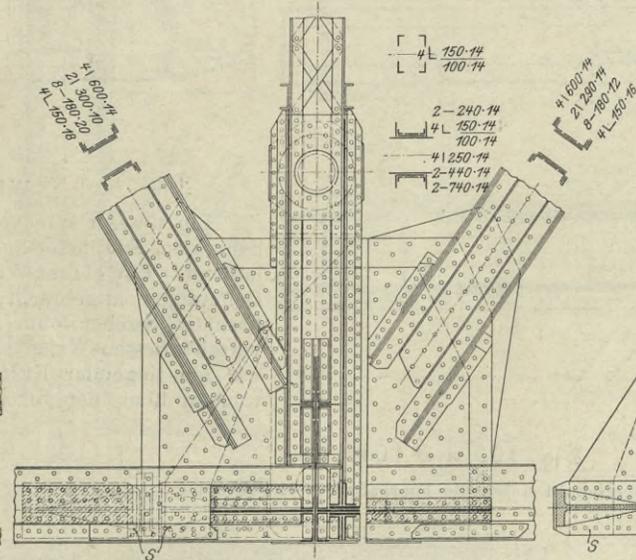


Fig. 95.

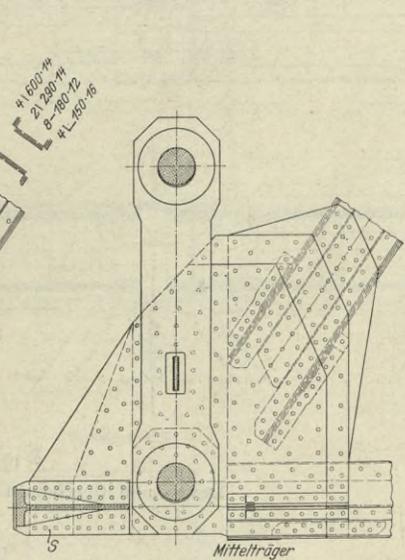
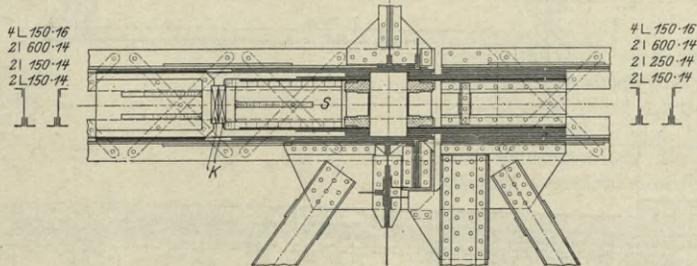


Fig. 96.

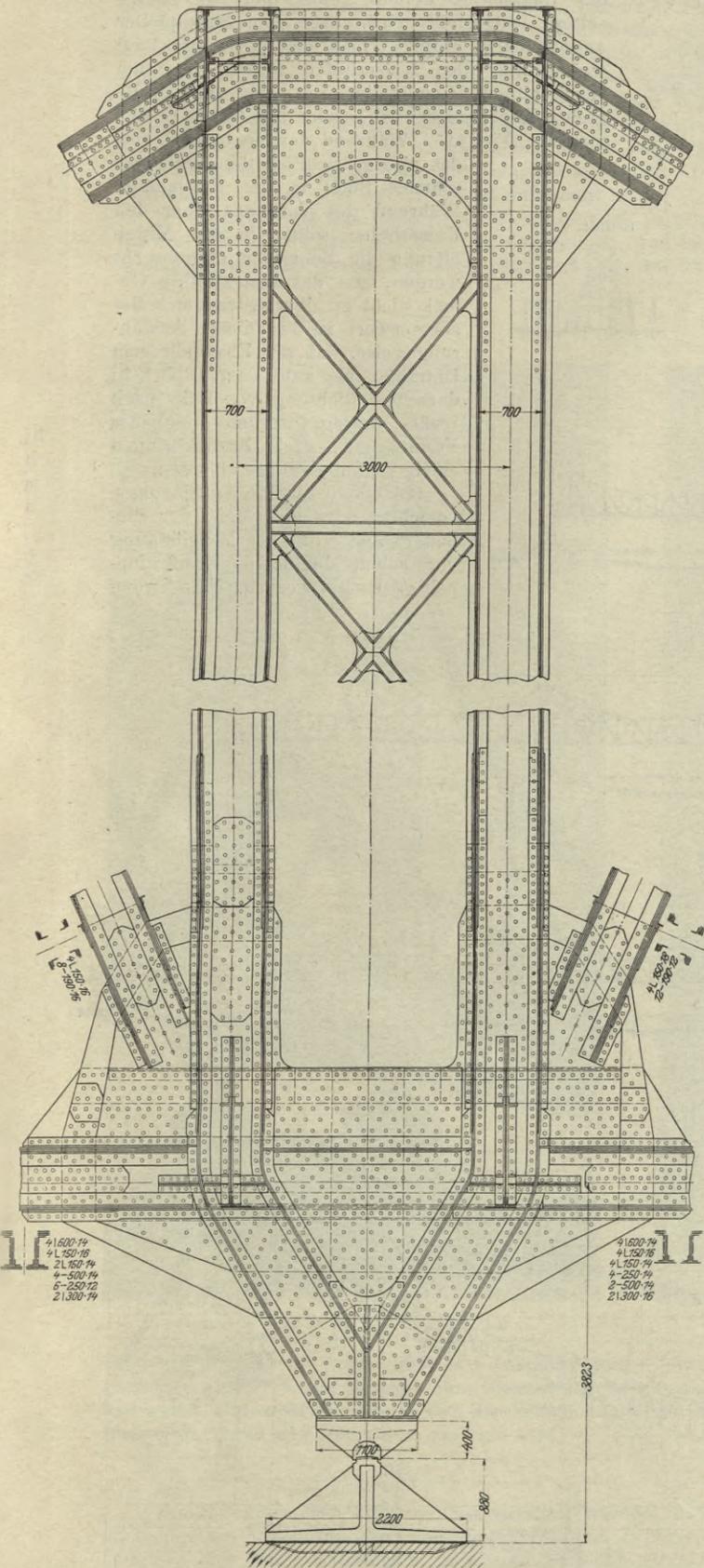


Die Gurthöhen betragen in den drei großen Öffnungen durchweg 60 cm, in den Endöffnungen 52 cm. Die Durchbildung unter Anwendung doppelter und dreifacher Lagen von Knotenblechen ist einfach und klar. Fig. 87 bis 96 geben einige ausgezeichnete Knotenpunktbildungen der Mittelöffnung wieder. Auch sei in dieser Hinsicht auf die einfache Lösung der Anschlüsse an den Spitzen und Füßen der Pylonen, Fig. 97 und 98, und auf deren Lager auf den Strompfeilern hingewiesen. Die Mittelöffnung wird mittels senkrechter Pendel aus geschmiedetem Stahl, Fig. 93 bis 96, eingehängt. Die Pendel hängen am oberen Ende an einem

Bolzen, der in den Endvertikalen des Kragträgers befestigt ist. Unten fassen die Pendelflächeisen in den zweiten Bolzen, auf dem die vorkragenden und verstärkten Bleche des Mittelträger-Endknotens aufrufen. Damit ist also erreicht, daß der Mittelträger stabil zwischen den Kragträgerenden hängt. Die Verstärkung der Stellen, wo die Bolzen die großen Auflagerdrücke aufnehmen, ist so reichlich, daß genügend kleine Flächen drücke entstehen. Um aber die großen Reibungskräfte bei der Bewegung zu vermeiden, sollen die Bohrungen in den Pendeln etwas größer gehalten werden als die Bolzendurchmesser, damit keine Drehungen, sondern nur Abwälzungen stattfinden. Die dadurch entstehenden Seiten-

Fig. 97 und 98.

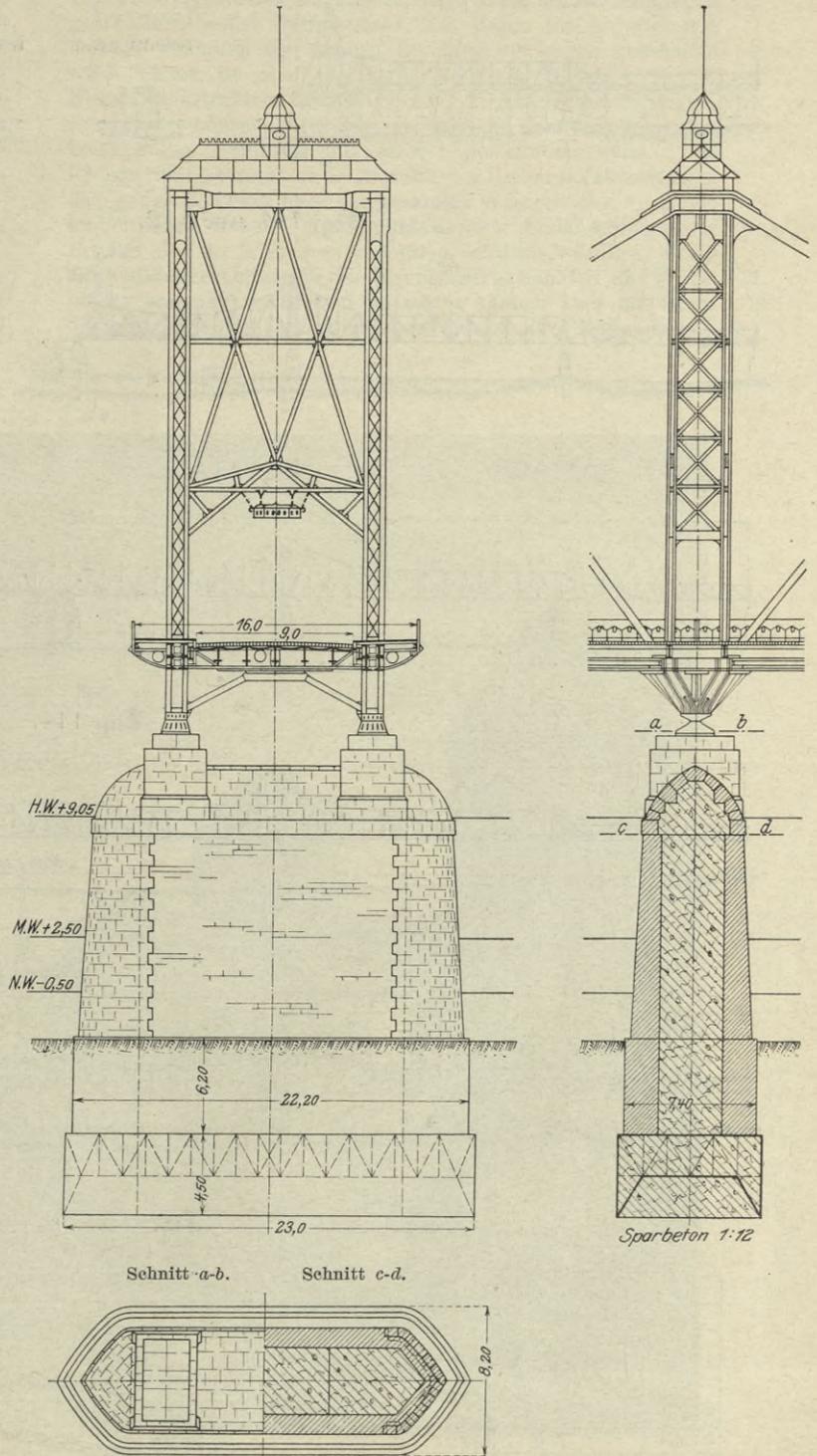
Portal über dem linksseitigen Strompfeiler.



Mitte der Portale und von da aus zu den Auflagerstühlen übertragen werden.

Die Hauptträger sind in der Hauptsache zeichnerisch berechnet. Mit besonderer Sorgfalt ist der Einfluß der Gurtkrümmungen, Portalrahmen usw. berücksichtigt. Die Mon-

Fig. 105 bis 107 Portal und Strompfeiler.



tagespannungen sind für Eigengewicht und Winddruck von 150 kg/qm ermittelt und für Eigengewicht 1,4 t/qcm, für Eigengewicht und Wind 1,6 t/qcm Beanspruchung zugelassen. Der freien Montage wegen haben nur ganz wenige Streben, und zwar hauptsächlich die mittleren Streben des eingehängten Stückes, verstärkt werden müssen.

Bauvorgang.

Die freie Montage setzt nämlich einen kontinuierlichen Vorbau von der Homberger Seite aus voraus. Die linke Endöffnung und die linke Seitenöffnung sind deshalb auf festem Gerüst, Fig. 108 bis 110, erbaut und vollständig abgeleniet. Als dann erfolgt der freie Vorbau über die erste Hälfte der Mittelöffnung, Fig. 111 und 112, indem das Gelenk nebst dem blinden Stabe, wie oben erörtert, festgemacht wird. In der Mitte der

Fig. 108 bis 110.

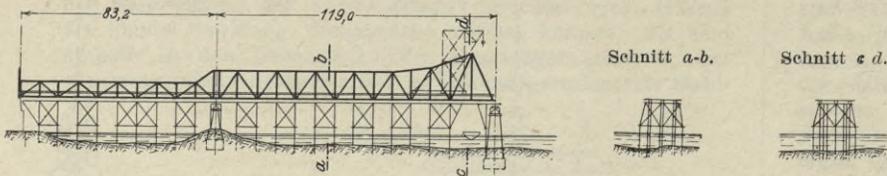


Fig. 111 und 112.

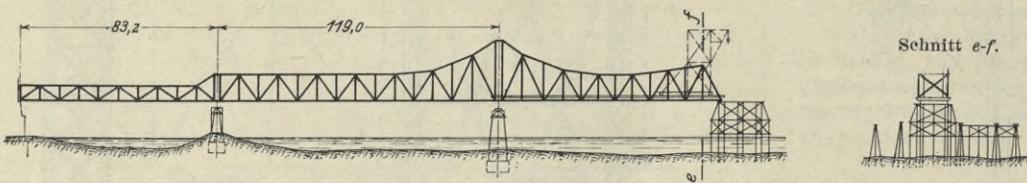


Fig. 113.

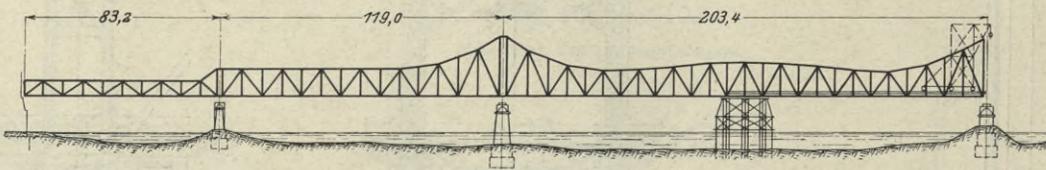


Fig. 114.

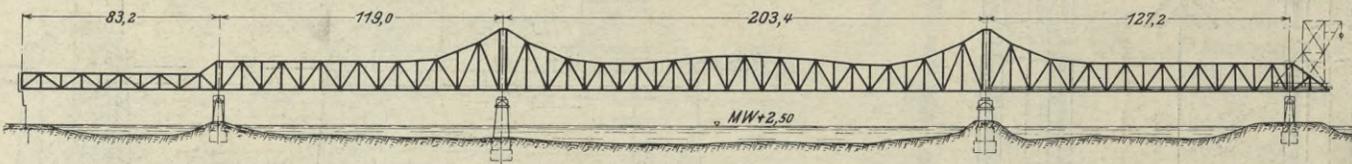


Fig. 115.

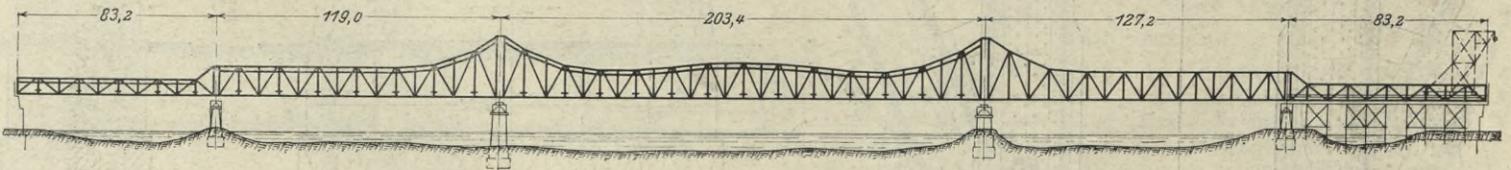
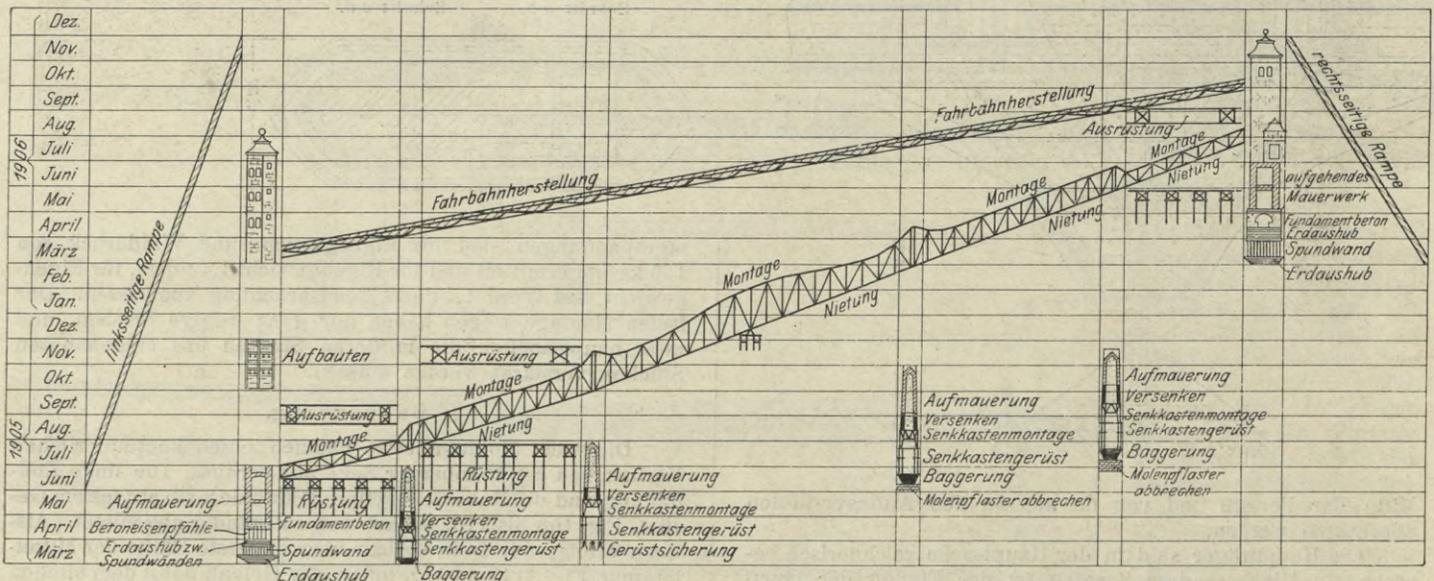


Fig. 116. Bauprogramm.



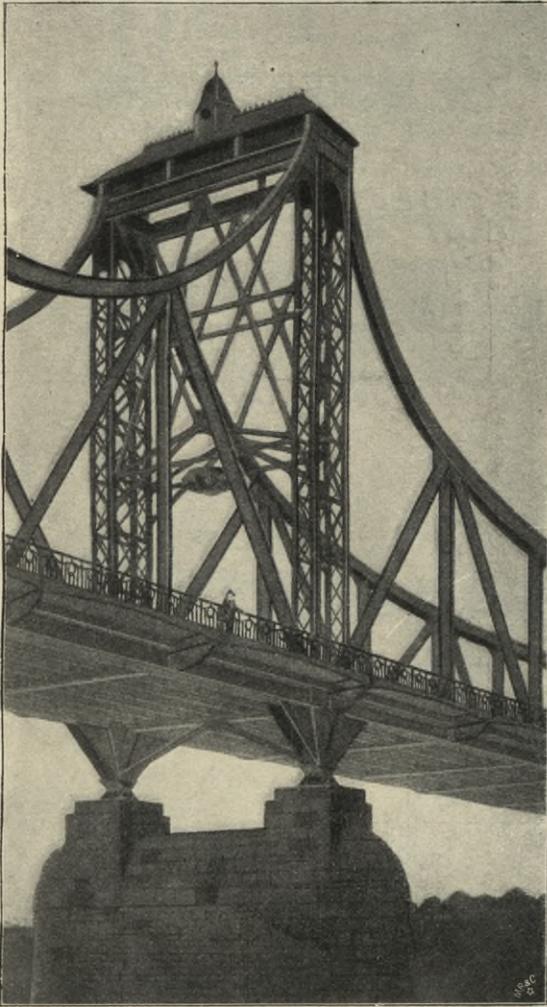
Öffnung wird das Trägerende auf einem kräftigen Bock abgesetzt, und es erfolgt der Weiterbau bis zum rechtsseitigen Strompfeiler, Fig. 113, während das linksseitige Pendel gelöst und das rechtsseitige festgestellt wird. Auf dem Strompfeiler angekommen, entlastet man den Bock und baut weiter über den Kaiserhafen hinweg bis zum rechtsseitigen Landpfeiler vor, Fig. 114. Die rechte Endöffnung wird wieder auf festem Gerüst montiert, Fig. 115. Während der Montage ist also das einzige Schifffahrthindernis der schmale Bock in der Strommitte. Während des Vorbaues über den Kaiserhafen sollen in der Mittelöffnung die Belagteile aufgebracht werden, um das rechtsseitige Gelenk nicht zu überanstrengen. Beachtenswert ist bei dieser Ausführungsweise, daß alle Eisenteile vom Unterbau bis zum letzten Niet in derselben Richtung von links nach rechts bewegt werden; jegliches Vertauschen und Zurückbringen erscheint dabei ausgeschlossen.

Bei einem zweiten Ausführungsvorschlag wird auch noch der Einbau in der Mitte der Mittelöffnung vermieden, dahingegen muß doppelt gearbeitet werden. Vom Strom-

feiler aus werden dann kurze Gerüste bis zu den Gelenkpunkten geschlagen und unter diesen die Stützpunkte für den weiteren Vorbau geschaffen. Die Hauptträgerteile werden auf diesen Gerüsten aufgestellt und noch weitere vier Felder frei vorkragend in die Seitenöffnungen hineingebaut. Dann erfolgt der freie Vorbau in der Mittelöffnung bis zur Mitte, wo die Knoten, wie dies bei der Kaiser Wilhelm-Brücke bei Müngsten geschehen — vergl. Z. 1897 S. 1375 —, spannungslos angeschlossen werden. Darnach rücken die Krane in die Seitenöffnungen und diese frei bis zu den Landpfeilern vor, während die Mittelöffnung teilweise mit Belag belastet wird. Die Öffnungen werden auf festem Gerüst aufgebaut.

In Fig. 116 ist das Bauprogramm zeichnerisch in einer für den Praktiker lehrreichen Form wiedergegeben, und zwar beginnend mit dem ersten Baujahre 1905 und sich auf zwei

Fig. 117. Portal.



Baujahre erstreckend, während in der Ausschreibung 3 Jahre zugelassen sind. Der hohe Ruf der Gustavsburger Brückenbauanstalt läßt wohl erwarten, daß die Wirklichkeit keinen Querstrich durch das Programm machen wird.

Architektur.

In architektonischer Hinsicht muß erwähnt werden, daß auch hier die Erkenntnis durchgedrungen ist, dem Brückenbau möglichst wenig Zutaten zu geben und den Schwerpunkt der architektonischen Ausbildung außerhalb des eisernen Tragwerkes zu suchen. Man hat, abgesehen von den durch Fig. 117 wiedergegebenen einfachen und doch überaus wirkungsvollen eisernen Portalen über den Strompfeilern, die besondere architektonische Ausbildung an die Brückenden verlegt. Hier ist nun eigentlich weit mehr geschehen, als den

Bedingungen im Wettbewerb entspricht. Es sind die in Fig. 118 dargestellten mächtigen Turmbauten mit Säulengängen geschaffen, wobei freilich sehr viel Raum für unbestimmte Zwecke lediglich der äußern Erscheinung wegen geschaffen wird. Hier ist also die Enthaltbarkeit, deren sich der Brückenkonstrukteur befeißigt hat, in das Gegenteil umgeschlagen, wodurch ein Gegensatz entsteht, mit dem man sich beim ersten Eindruck nur schwer befreunden kann. Das Preisgericht schreibt zwar hierüber: »Die architektonischen, das ganze Bauwerk über der gesamten Wasserfläche zu einem einheitlichen Ganzen zusammenfassenden Endabschlüsse der Brücke sind in ihrer monumentalen, einfach würdigen Form den Größenverhältnissen der Eisenkonstruktion auf das glücklichste angepaßt.« Diesem Gutachten können aber mit Recht die architektonischen Darlegungen eines andern Entwurfs ent-

Fig. 118. Brückenkopf.



gegengehalten werden, wo darauf hingewiesen wird, daß von einem Zusammenfassen der 625 m entfernten Endabschlüsse der Brücke wohl auf der Zeichnung, nicht aber in der Natur die Rede sein kann.

4) Entwurf der Union A.-G. für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie, Dortmund.

Der von der Dortmunder Union gelieferte Entwurf ist in Fig. 6 der Uebersicht S. 8 dargestellt und sieht für die Ueberbrückung der Mittelöffnung ein Bogenfachwerk mit aufgehobenen Horizontalschüben vor, das in die Seitenöffnungen um je 39 m überkragt. Die Endöffnungen kragen ebenfalls in die Seitenöffnungen über, so daß also hier in der Seitenöffnung II-III Trägerstücke von 45,96 m Stützweite

und in der Seitenöffnung IV-V solche von 53,85 m Stützweite eingehängt sind. Durch diese Anordnung ist also auch, wie bei dem unter 3) besprochenen Entwurfe, das gesamte Tragwerk über 5 Oeffnungen nach dem Gerber-System geteilt.

Besondere Vorkehrungen sind getroffen, um die kleinen Sackungen der Pfeiler auszugleichen. Ueber jedem Pfeiler

nämlich sollen an den Pfosten der Hauptträger Prüfzeichen angebracht werden, mit deren Hilfe das Maß der Sackungen leicht festgestellt werden kann. Alsdann sollen die Lager nachgehoben werden, um noch Blechplatten zwischen die Druckplatte der Hauptträger und das Oberstück der Lager einschieben zu können.

Fig. 119 und 120.

Querschnitt der Mittelöffnung.

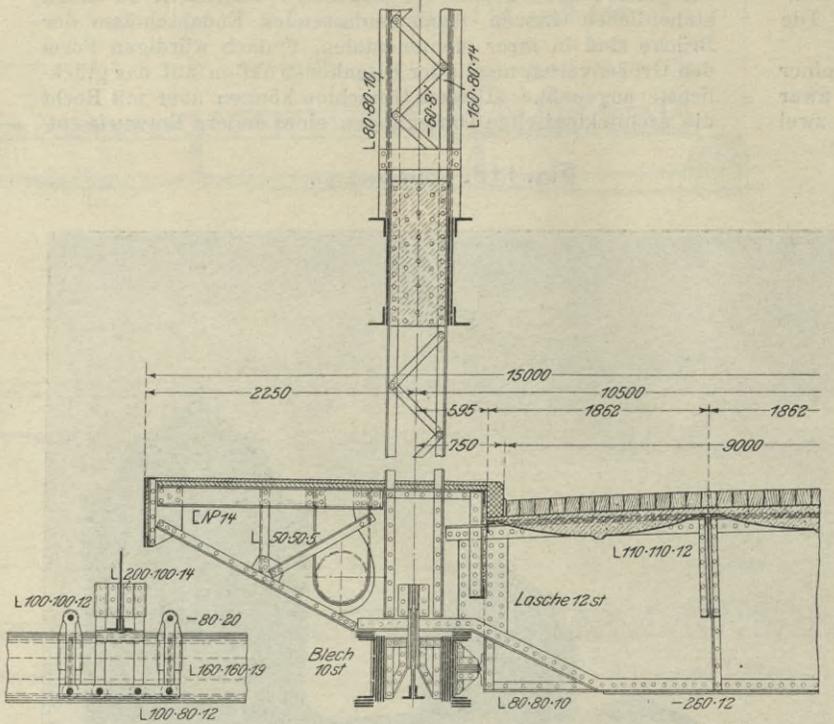


Fig. 124 und 125.

Bewegliche Stützung und Dilatationsvorrichtung.

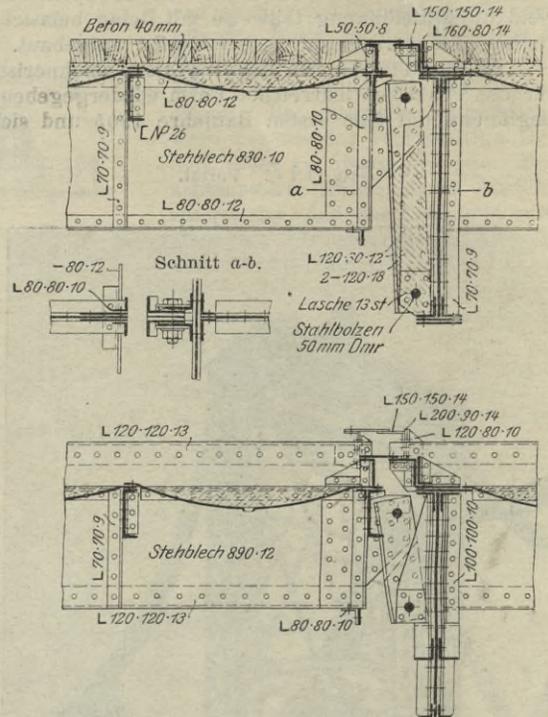


Fig. 127 bis 130. Bauabschnitt I.

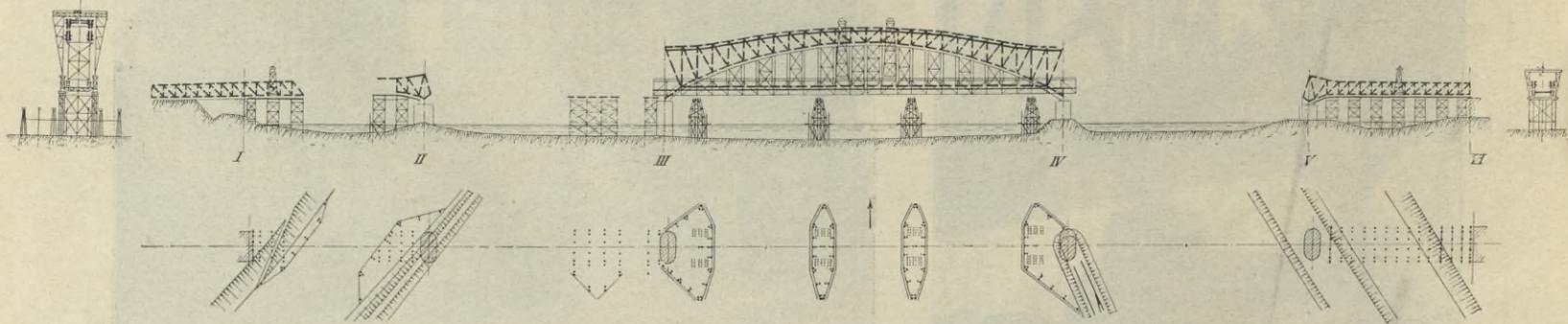


Fig. 131 bis 134. Bauabschnitt II.

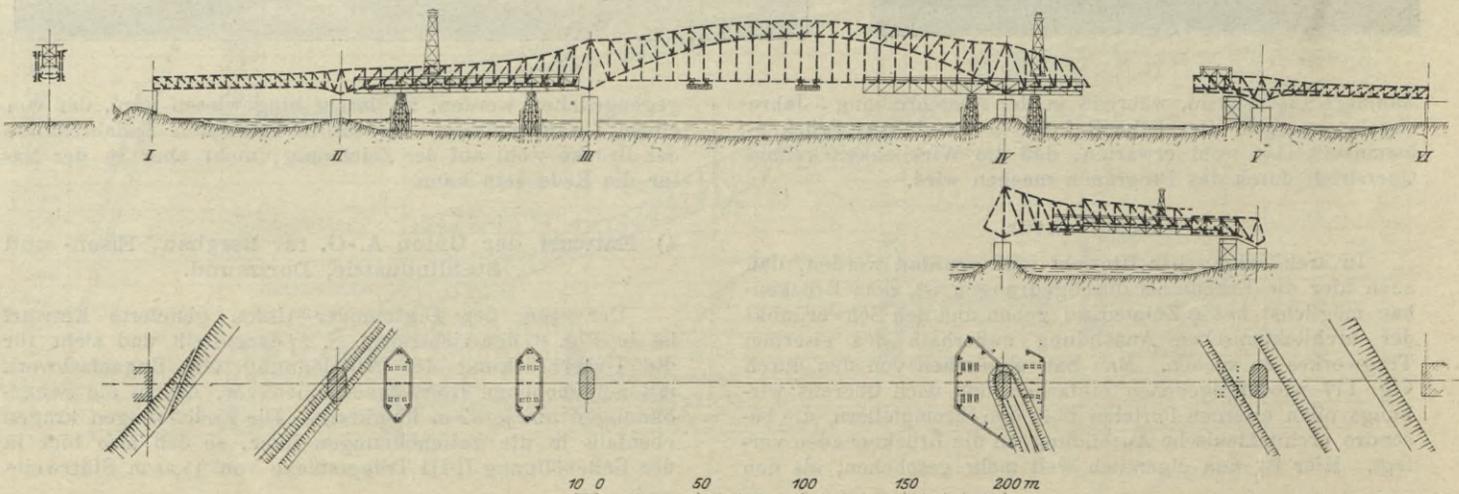
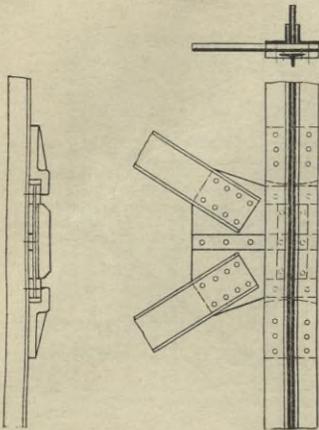


Fig. 121 bis 123.

Einzelheiten des unteren Windverbandes.



mehr Höhe zu gewähren, als in den von den Strombehörden geprüften Bedingungen festgelegt ist.

Die Haupttragwände in den Oeffnungen I-II und V-VI

Ein erheblicher Nachteil des Entwurfs liegt in der Höhenlage der Mittelöffnung, die sich um 3,57 m über diejenige beim Gustavsburger Entwurf erhebt. Die lichte Höhe über dem höchsten Wasserstand ist bedeutend größer, als durch die Bedingungen vorgeschrieben. Das mußte natürlich die allgemeine Anordnung des Entwurfs schädigen, da die Rücksichtnahme auf den Landverkehr die Hauptaufgabe des Brückenbauers ist, der keine Veranlassung hat, den Landverkehr durch große Steigung zu belasten, um der Schifffahrt noch

Fig. 126.

Anschluß des Zugbandes an die Bogen der Mittelöffnung.

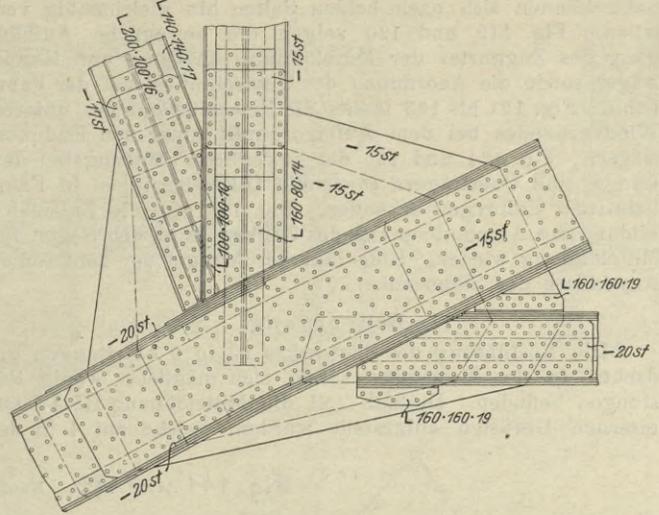


Fig. 135 bis 139. Querschnitt der Seitenöffnung des Entwurfs 5.

Fig. 135.

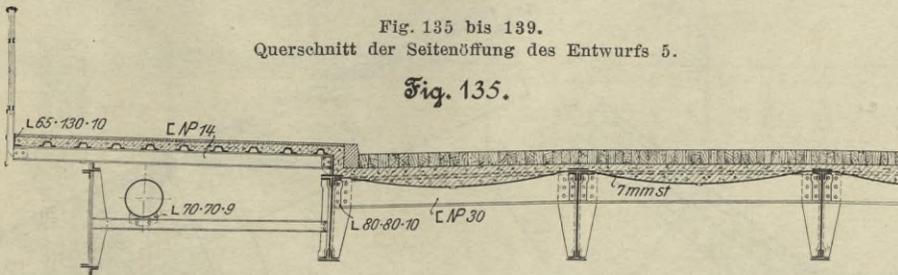


Fig. 136.

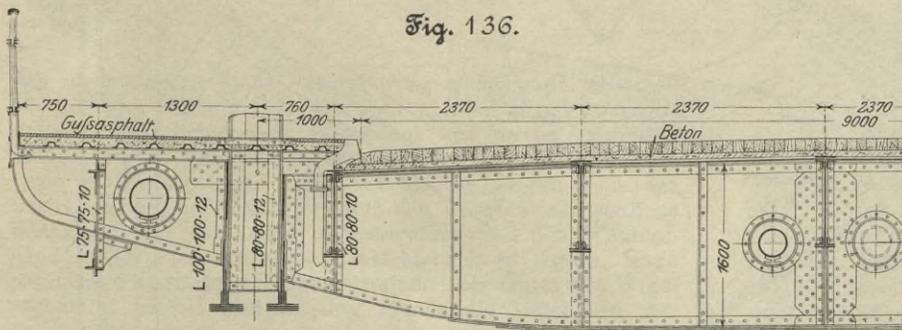


Fig. 137.

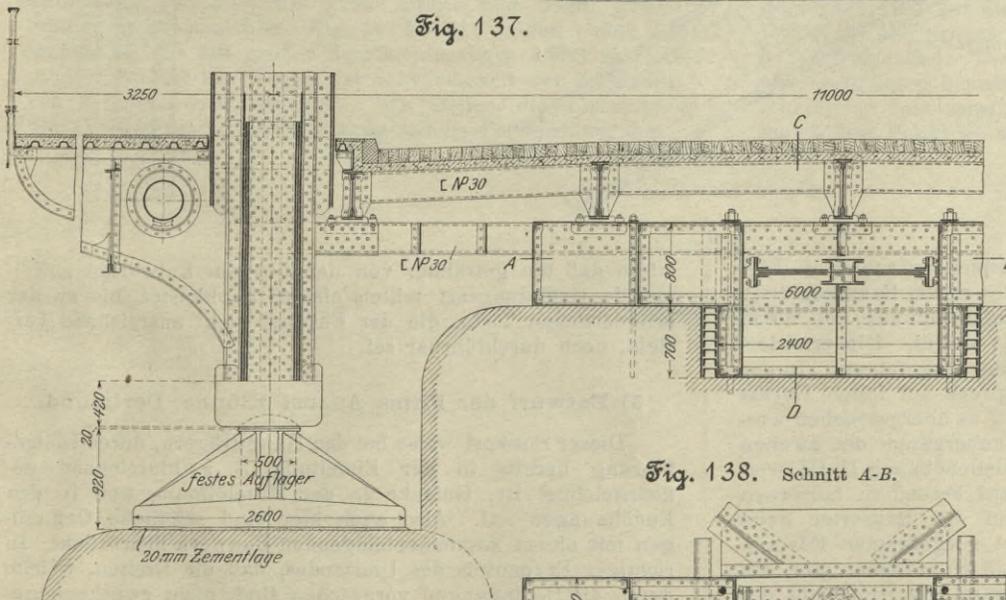
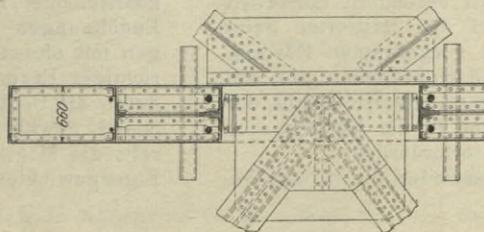
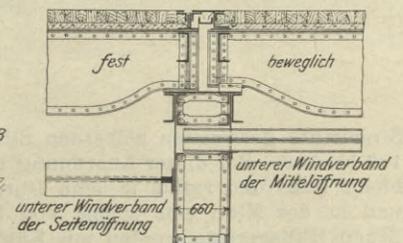


Fig. 138. Schnitt A-B.



haben fast parallel verlaufende Gurtungen, ebenfalls die überkragenden Enden; der Freitragler ist etwas höher. In den Kragarmen und in der Mittelöffnung vermindern sich von den Stropfpfeilern aus die Höhen des Fachwerkes. Der gesamte Aufbau des Tragwerkes ist wohl recht wirkungsvoll, jedoch erscheinen die Wendepunkte in dem stetigen Verlauf der Obergurtungen nicht glücklich. Die Linien werden weichlich. Das Bestreben, die Brücken über den verschiedenen Oeffnungen zu einem »einheitlichen Akkord zusammenzufassen«, den Linienzug »in rhythmischer Schwellung von den Landpfeilern her allmählich ansteigen und in einer wirkungsvollen Dominante, dem mächtigen Bogen, seinen Höhepunkt finden zu lassen« — wie es in dem Erläuterungsbericht heißt —, ergibt sich von selbst aus der Natur der Aufgabe. Die Hineinziehung der Endöffnungen in das Ganze ist besser gelungen als bei den bisher besprochenen Entwürfen, von denen im Gegensatz hierzu, die Entwürfe 1) und 2) eine scharfe Absonderung der End-

Fig. 139. Schnitt C-D.



öffnungen vorschlagen. Warum aber ein Akkord in Moll? Es scheint mir doch der Akkord in Dur, wie bei den Linienzügen der Gutehoffnungshütte I und der A.-G. Harkort, der Sachlage mehr zu entsprechen. Meines Erachtens bleiben Kette und Bogen die einzigen »Motive«, mit denen der Brückenbauer mit Erfolg »komponieren« kann. Sie sprechen stets an, weil ihre Kraftwirkung gemeinverständlich ist.

In der Brückenmitte ist die Fahrbahn mit dem Zugband fest verbunden; der Querträger ist mit den Hängepfosten fest vernietet. Die Längsausdehnungen der gesamten Fahrbahn können sich nach beiden Seiten hin gleichmäßig verteilen. Fig. 119 und 120 zeigen die bewegliche Aufhängung des Zuggurtes der Mittelöffnung an Quer- und Hauptträger sowie die Anordnung des Querschnittes und der Fahrbahn. Fig. 121 bis 123 lassen die Beweglichkeit des unteren Windverbandes bei dem Auflagerpunkt unter den Endquerträgern, Fig. 124 und 125 die bewegliche Stützung bei den Längs- und Querträgern sowie die Dilatationsfugen in Fahrbahn und Fußwegen erkennen. Fig. 126 gibt die Einzelausbildung des Anschlußpunktes des Zugbandes an den Bogen der Mittelöffnung wieder. Hier fällt der Mangel der zentrischen Anschlüsse der Stäbe auf.

Bauvorgang.

Die Ausführung des Bauwerkes ist in 2 Abteilungen gedacht. In der Strommitte sollen sich möglichst wenig Rüstungen befinden. Deshalb soll die Mittelöffnung III-IV auf eisernen Gerüsten aufgestellt werden, welche auf 4 in der

Fig. 140. Knotenpunkt am Ausleger.

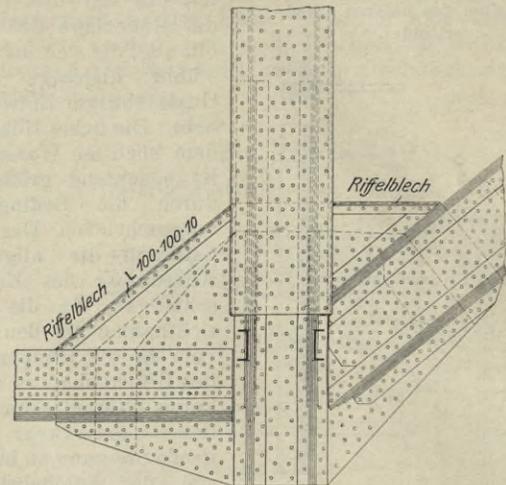
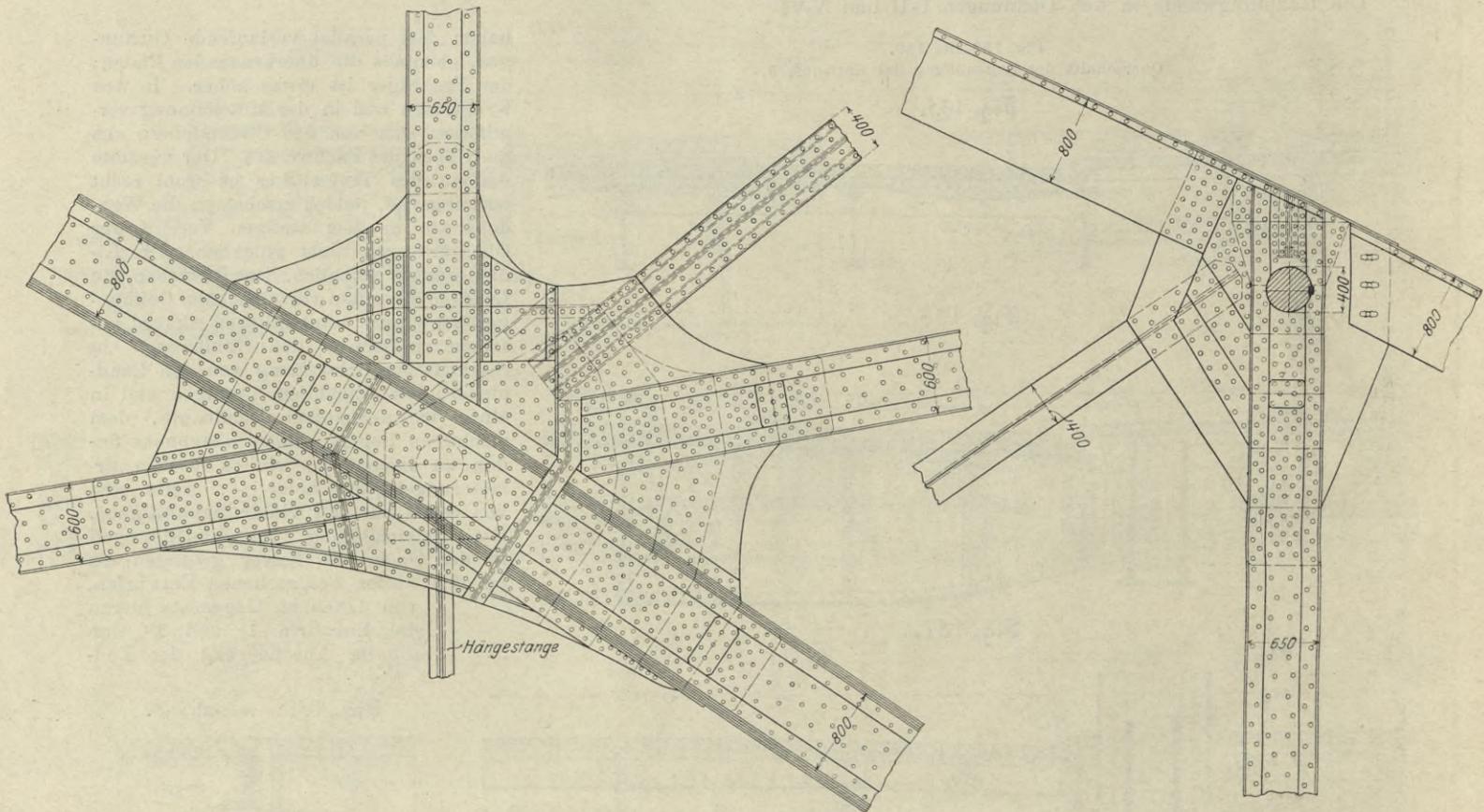


Fig. 141 und 142. Knotenpunkte zwischen Pfeiler III und IV.



Strommitte geramten hölzernen Stützpfeilern ruhen, s. Fig. 127 bis 130. Bei dieser Anordnung des ersten Bauabschnittes bleibt links und rechts je eine Durchfahröffnung von 50 m und in der Mitte eine solche von 35 m frei. Die erforderlichen Hilfsgerüste werden mit Kähnen eingefahren. In der Ruhrorter Seitenöffnung soll das Tragwerk auf festem Gerüst montiert, auf der Homberger Seite soll es übergeschoben werden. Fig. 131 bis 134 zeigen die Bauvorgänge des zweiten Bauabschnittes. Die Träger in der Seitenöffnung II-III werden auf eisernen Rüstungen, die auf besondern hölzernen Stützpfeilern ruhen, aufgestellt. Auf der Ruhrorter Seite wird zunächst der Kragarm auf frei vorgekragter Rüstung montiert, und dann wird, wie Fig. 133 zu erkennen gibt, auf einer Hilfsrüstung, die auf dem Kragarm einerseits ruht, der freie Träger eingebaut. Immerhin sind in der Einfahrt zum Kaiserhafen auch seitliche Rüstungen erforderlich.

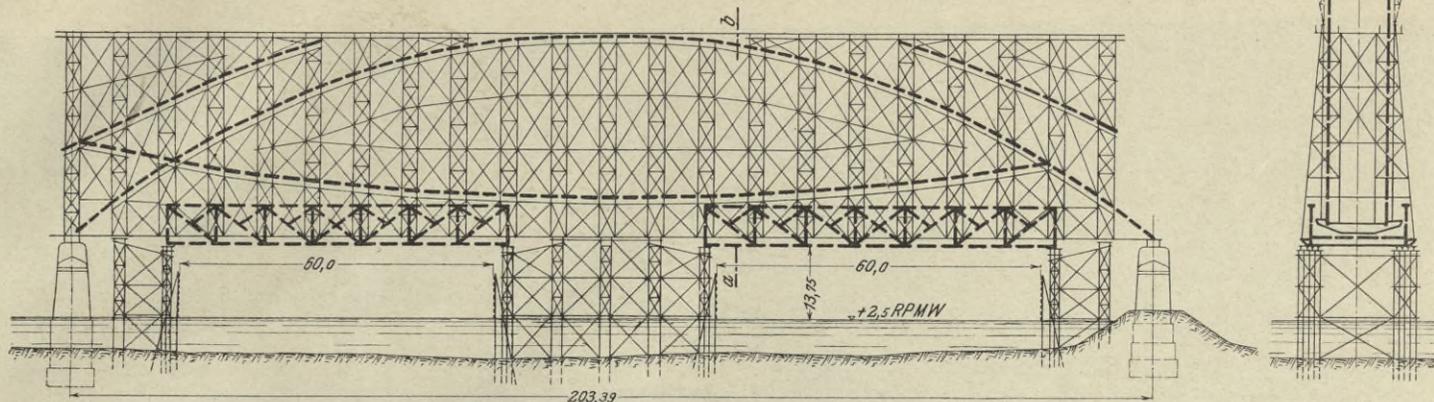
Das Gutachten der Preisrichter bezweifelt die sichere Ge-

währ, daß die gewählte, von den übrigen Entwürfen abweichende Gründungsart mittels offener Senkkasten bis zu der erforderlichen Tiefe, die der Entwurf nicht ausreichend vorsieht, noch durchführbar sei.

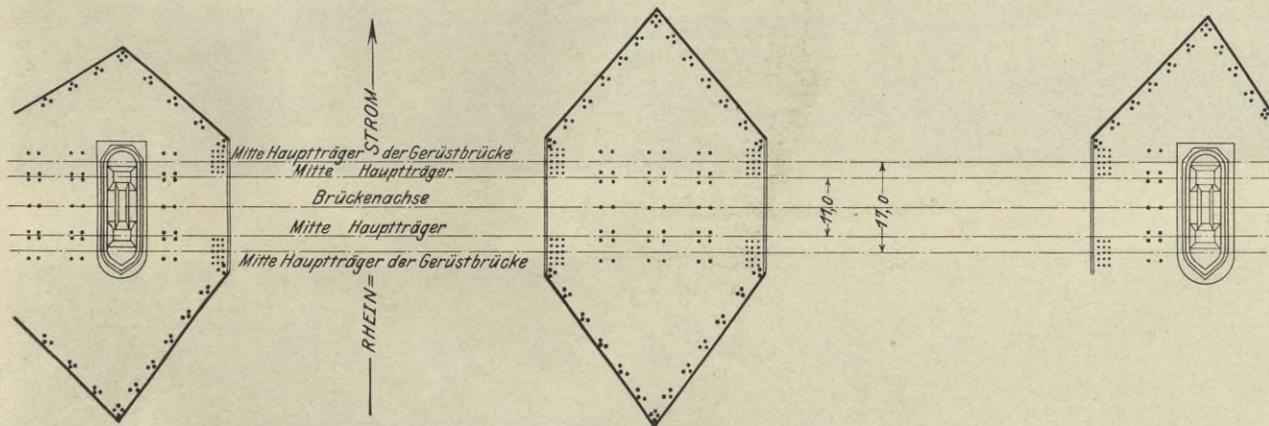
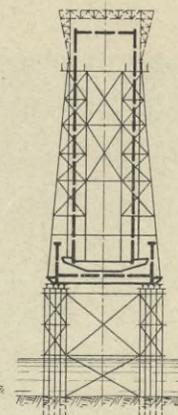
5) Entwurf der Firma August Klönne, Dortmund.

Dieser Entwurf weist bei den Hauptträgern, deren Linienführung bereits in der Einleitung S. 2 hinreichend gekennzeichnet ist, Gelenke in der Mittelöffnung und in den Endöffnungen auf. Also auch hier sind sämtliche Öffnungen mit einem zusammenhängenden Bauwerk überbrückt. In richtiger Erkenntnis des Umstandes, daß die Breiten, welche durch die Bedingungen vorgesehen sind, nicht zweckentsprechend gewählt sind, gewährt der Klönnesche Entwurf bereits die Möglichkeit, die Fahrbahn ohne Vergrößerung des Eigengewichtes auf 9,5 m zu verbreitern. Freilich ist bei

Fig. 143 bis 145. Bauvorgang



Schnitt a-b.



den Stropfeilern diese Verbreiterung nicht ganz zu erreichen, s. Fig. 135 und 137. Die Fahrbahn der Mittelöffnung ist vollständig freischwebend aufgehängt und an beiden Seiten längsbeweglich gelagert. Die Aufhängung erfolgt durch stählerne Blattfedergelenke. Fig. 137 bis 139 zeigen auch das Bestreben, bei den Auflagern auf den Pfeilern jede seitliche Beanspruchung der Lager zu vermeiden und den Windverband in der Pfeilermittle längsverschieblich zu lagern, wozu besondere Kastenträger eingebaut sind. Als Gurte des Windverbandes in der Mittelöffnung dienen die Untergurte der Fahrbahnlangsträger, um große Breite und damit größere Steifigkeit zu erreichen. Fig. 140 bis 142 zeigen einige Knotenpunkte, die mit großer Sorgfalt durchgearbeitet sind; besonders ist Fig. 141 wegen der Schwierigkeit der Verbindung von 6 Stäben beachtenswert. Sie stellen die Einhängung des Freitragers der Mittelöffnung mittels Pendelstütze dar.

Bauvorgang.

Was die Ausführungsart betrifft, so ist bei diesem Entwurf der höchste Gerüstaufbau erforderlich, der große Schwierigkeiten bietet und nicht leicht standsicher zu machen sein dürfte.

Fig. 143 bis 145 lassen erkennen, daß in der Mittelöffnung 2 eiserne Hilfsträger von je 64,4 m Stützweite errichtet werden, die zur Unterstützung des Hauptgerüsts dienen. Es ist nicht ersichtlich, wie hier die gewaltigen Kippmomente aufgenommen und auf die Stützpfiler übertragen werden sollen. Durch die Hilfsträger werden zwei Durchfahrten von je 60 m l. W. geschaffen. Die Rüstungen sollen nacheinander für alle Öffnungen benutzt werden. Die Art des Bauvorganges scheint bei dem sonst mit Sorgfalt bearbeiteten Entwurf der schwächste Punkt zu sein.



Der Wettbewerb um eine feste Straßenbrücke über den Rhein
zwischen Ruhrort und Homberg.

Entwurf I der Gutehoffnungshütte, Oberhausen.



Entwurf II der Gutehoffnungshütte, Oberhausen.

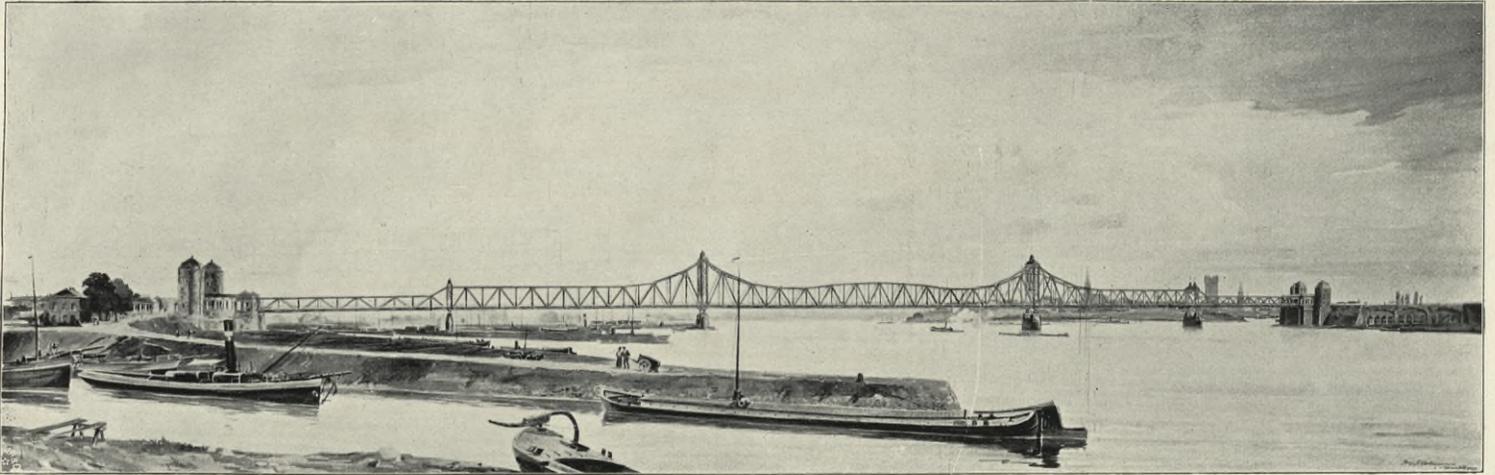


Entwurf der Aktiengesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau (vorm. J. C. Harkort), Duisburg.



Der Wettbewerb um eine feste Straßenbrücke über den Rhein zwischen Ruhrort und Homberg.

Entwurf der Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G., Zweiganstalt Gustavsburg.



Entwurf der Union, Aktiengesellschaft für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie, Dortmund.



Entwurf von August Klönne, Dortmund.



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

 33738
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10,000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000303948