

Die
Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Worms.

Von

Regierungs- und Baurat Geibel.

Berlin 1900.

Sonderabdruck
aus der
Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1900.

Inhaltsverzeichnis.

I.	Geschichtlicher Rückblick	1
II.	Bodenuntersuchungen	4
III.	Messungen und Absteckungen	4
IV.	Festsetzung der Gründungstiefen	5
V.	Materiallieferungen und Materialprüfungen	6
VI.	Lagerplätze und Zufuhrwege	8
VII.	Die Pfeilerbauten.	
	a) Der linksseitige Landpfeiler, Bauwerk 2	9
	b) Der rechtsseitige Landpfeiler, Bauwerk 5	10
	c) Die Strompfeiler, Bauwerke 3 und 4	11
	d) Die Flutpfeiler, Bauwerke 6 bis 21	13
	e) Die Endwiderlager, Bauwerke 1 und 22	13
VIII.	Die Eisenkonstruktionen der Brücke.	
	a) Höhenlage der Brücke	15
	b) Einteilung der Oeffnungen	15
	c) Konstruktion der Stromöffnungen	16
	1) Allgemeine Konstruktionsgrundsätze	16
	2) Die Fahrbahntafel und die Verbände	20
	3) Die Hauptträger	23
	4) Die Auflager	24
	5) Anstreicher- und Besichtigungswagen, Revisionsstege	24
	d) Konstruktion der Flut- oder Vorlandbrücken	24
	e) Gerüste und Aufstellungsarbeiten	25
	1) Die Vorlandbrücken	25
	2) Die linksseitige Stromöffnung	26
	3) Die rechtsseitige Stromöffnung	26
	4) Die mittlere Stromöffnung	29
IX.	Zusammenstellung der verarbeiteten Massen und der Baukosten	29
X.	Schlusswort	30

I. Geschichtlicher Rückblick.

Schon bei der Aufstellung der Entwürfe für die im Jahre 1869 eröffneten Bahnstrecken Worms-Darmstadt und Worms-Bensheim, die ältesten Bahnverbindungen der Stadt Worms mit der Provinz Starkenburg, bestand darüber kein Zweifel, dass der Verkehr nur so lange in der zunächst geplanten Weise mittels Trajektes über den Rhein geführt werden könne, als er mäßig bliebe. Im Hinblick auf die Zukunft liefs denn auch die damalige Hessische Ludwigsbahngesellschaft fast gleichzeitig mit den Entwürfen für die genannten Bahnlinien den Uebergang über den Rhein mittels einer festen Brücke generell bearbeiten.

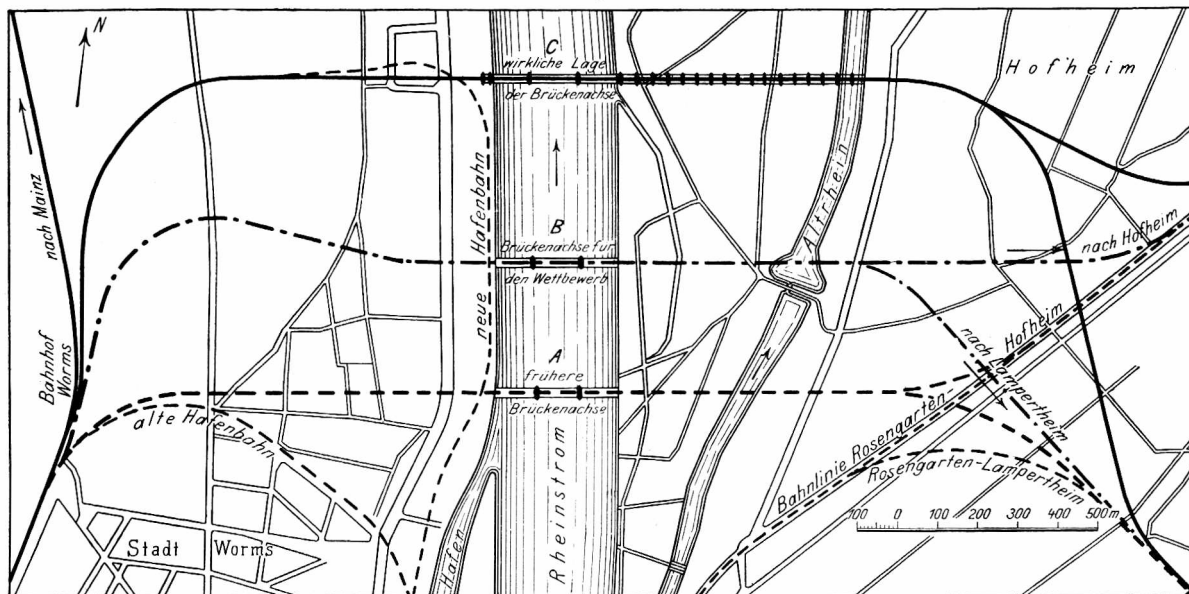
Die Lage der Brücke war damals, wie der Uebersichtsplan, Fig. 1, zeigt, so gedacht, dass die Achse der Brückelinie sich auf dem linken Ufer tangential an den Bogen der

überwölbt werden. Die Anlagekosten waren im ganzen zu rd. 3 000 000 *M* berechnet.

Von der ernstlichen Absicht der Hessischen Ludwigsbahn, dem Brückenbau näher zu treten, sobald die Zeit dazu gekommen war, zeugt der Umstand, dass unter der Hand auf beiden Seiten des Rheines die notwendigen Geländeerbundungen eingeleitet und nach Gelegenheit fortgesetzt wurden.

Mittlerweile wurde (1879) die Verbindung Rosengarten-Lampertheim-Mannheim dem Betriebe übergeben, und damit der Verkehr über den Rhein wesentlich gesteigert. Schliesslich empfand selbst das reisende Publikum das Bedürfnis nach einer festen Brücke in wachsendem Masse, und zwar umso mehr, als der Trajektverkehr fast alljährlich beträchtlichen Störungen durch Hochwasser und Eisgänge unterworfen war. Betriebsunterbrechungen von halben und ganzen Winter-

Fig. 1.



Bahn von Worms nach dem Rhein anschloss, den Strom senkrecht zu den Korrektionslinien überschritt und jenseits des Landdammes in die Richtung Rosengarten-Hofheim übergang. Auch konnte die bereits in Bauaussicht genommene neue Linie Worms-Lampertheim vom Hauptzufahrtsdamm abzweigen. Ausser drei gleich grossen Stromöffnungen von 101 m Stützweite waren nur noch beiderseits zwei Leinpfadöffnungen zu je 7,50 m lichter Weite, ein Durchlass von 15 m Weite für den Altrhein und eine Ueberbrückung des rechtsrheinischen Landdammes von 5 m Weite, im übrigen aber Dammschüttung vorgesehen, sodass das Hochwasserprofil in ähnlicher Weise wie im Zuge der oberhalb gelegenen Bürstädter Strasse beschränkt worden wäre. Die Stromöffnungen sollten durch Halbparabelträger, die Oeffnung des Altrheines durch Blechbalken überdeckt, die übrigen kleinen Oeffnungen

monaten waren keine Seltenheit. Nichtsdestoweniger trat bereits von 1880 ab ein völliger Stillstand in der Förderung des Brückenbaues ein. Die Gründe hierfür sind in verschiedenen Ursachen zu suchen. Zunächst war die Hessische Ludwigsbahn Ende der siebziger und Anfang der achtziger Jahre durch anderweitige zumteil dringendere Bauten finanziell zu stark in Anspruch genommen, als dass sie einem so grossen Bau wie die Wormser Brücke, mit welchem ausserdem die Erweiterung des sehr beengten Hauptbahnhofes Worms zusammenhing, hätte näher treten können. Damals standen die Ried-Linien, die Bahn Wiesbaden-Niedernhausen, die Odenwald-Bahn in ihrer Fortsetzung nach Eberbach, die Bahn von Babenhäusern nach Hanau, die Umföhrungslinien bei der Stadt Mainz und verschiedene kleinere Verbindungsstrecken, endlich die Zentralbahnhöfe Frankfurt a/M. und Mainz im Bau.

Weiterhin wirkte der Umstand verzögernd, dass die Strecke Worms-Bensheim unter Staatsgarantie stand und das Bestreben der Hessischen Ludwigsbahn schon sehr früh darauf gerichtet war, die Stellung der Bedürfnisfrage dem Staat zu überlassen, obgleich der Verkehr aus den beiden andern nicht garantirten Strecken denjenigen der Bensheimer Linie weitaus übertraf. Ausschlaggebend für die Verzögerung war schließlich, Mitte der achtziger Jahre, das Auftauchen der Verstaatlichungsfrage für die Hessische Ludwigsbahn sowie der Einfluss, den die Verstaatlichung der preussischen Privatbahnen auf die Verkehrsverhältnisse der Hessischen Ludwigsbahn ausübte.

Hiernach bedurfte es besonderer Anstrengungen, um die Wormser Brückenangelegenheit wieder in Fluss zu bringen.

Zu Anfang der achtziger Jahre trat das Bedürfnis nach einer Hafenanlage für die Stadt Worms mehr und mehr hervor. Bis dahin waren die Umlade- und sonstigen Vorrichtungen zur Bewältigung des beträchtlichen Umschlagverkehrs, welcher sich 1880 bereits auf 74000 t belief, denkbar unausgebildet. Die Stadtvertretung und die Handelskammer waren unter Berufung auf die großartige Entwicklung der durch Staatsunterstützung entstandenen benachbarten Rheinhäfen zu Mannheim und Ludwigshafen mit der Bitte bei dem hessischen Ministerium vorstellig geworden, dieser Angelegenheit Aufmerksamkeit zuzuwenden und einen namhaften Staatszuschuss zum Bau eines ausreichenden Hafens zu gewähren. Ueber die einschlägigen Fragen äußerte sich die Handelskammer, deren Berichte an das Ministerium im allgemeinen und in Kürze ein zutreffendes Bild der damaligen Verhältnisse geben, am 13. Oktober 1883 folgendermaßen:

»Die Hauptschwierigkeit, die sich dem Entwurf des Hafens entgegenstellt, ist in der Lage des Bahnhofes Worms-Hafen mit der Trajektanstalt der Hessischen Ludwigsbahn begründet. Wie ein Riegel schiebt sich diese Anlage vor den Hafen und verhindert jede Ausdehnung desselben. Nicht weniger als 43 fahrplanmäßige Züge passiren täglich die Strecke Worms-Bahnhof-Worms-Hafen nach beiden Richtungen. Sie machen es unmöglich, einen Verkehrsweg für Fuhrwerke und Fußgänger über die Schienen, oder einen Kanal, der als Hafenumdienen könnte, unter den Schienen durchzulegen. Ein Projekt ist demnach unausführbar, das die Verlängerung der jetzigen Hafenanlagen nach Norden in der Linie der Uferkorrektur, und ebenso ein anderes, das die Benutzung des jetzigen Giesenbettes als Hafenbassin, oder die Anlage des Hafens auf der unteren Kieselwiese mit dem Hafenumdienen nach Norden zur Ausführung bringen will.

In dieser Lage kann nach der Ansicht der eingangs erwähnten Kommission von Delegirten, der wir uns hiermit anschließen, nur ein Mittel helfen, die Beseitigung des jetzigen Bahnhofes Worms-Hafen mit der Trajektanstalt der Hessischen Ludwigsbahn. Hierdurch würde für eine Ausdehnung der hiesigen Hafenanlagen hinreichender Platz geschaffen, sodass allen Anforderungen genügt werden könnte. Selbstverständlich wird eine Schienenverbindung zwischen dem Hafen und der Station Worms-Bahnhof bestehen bleiben, um Güter direkt vom Schiffe nach den Eisenbahnwagen und umgekehrt überschlagen zu können.

Damit sind wir an der Notwendigkeit der Erbauung einer stehenden Brücke über den Rhein dahier angelangt.

Es ist kein neues Projekt, das wir hier nur zu dem Zwecke, für unsere Hafenanlagen Luft zu erhalten, aufstellen, es ist im Gegenteil der Bau einer festen Brücke dahier schon seit lange von der hiesigen Bevölkerung und dem reisenden Publikum gewünscht und gefordert, damit das lästige Aus- und Einsteigen vom Wagen auf das Schiff und vom Schiff auf den Wagen bei jedem Wetter, das öftere Warten im Freien oder im ungenügenden Wartesaale auf den Abgang des Schiffes oder des betreffenden Zuges, überhaupt die ganze Belästigung und Verzögerung des Transportes, sowie das öftere gänzliche Unterbrechen der Verbindung bei Hochwasser oder Eisgang endlich wegfalle.

Auch ist von der Verwaltung der Hessischen Ludwigsbahn-Gesellschaft schon zur Zeit der Anlage der Riedbahn der Brückenbau sehr ernstlich ins Auge gefasst worden. Das betreffende Gelände ist schon erworben, und die Vorarbeiten sind seit langem fertig gestellt.

Seitdem sind die neuen Linien der Hessischen Ludwigsbahn auf dem jenseitigen Ufer eröffnet und es ist hierdurch eine stehende Brücke dahier zu einem noch dringenderen Be-

dürfnisse für den Bahnbetrieb geworden, als sie es schon vorher war.

Jetzt kommt noch die Notwendigkeit der Verlegung der Station Rosengarten und der Trajektanstalt im Interesse der Wormser Hafenanlagen, ferner, worauf wir sogleich zurückkommen werden, die Ermöglichung, das Hochwasserprofil des Rheinstromes an seiner engsten Stelle zu erweitern, hinzu, und es werden alle diese Faktoren zusammen zwingend genug sein, um die Realisirung des Brückenprojektes zu bewirken.«

Dieser Bericht der Handelskammer berührte einen weiteren Punkt von großer Bedeutung: die unumgängliche Erweiterung des Hochflutprofils bei Worms. Die Untersuchungen, welche nach den großen Hochwassern der Jahre 1880/81 und 1882 infolge der Beschwerden der hessischen Rhein-anwohner, insbesondere der Stadt Worms, über die Missstände am Rhein angestellt wurden, ergaben in der That, dass hier Abhülfe not that. Da indessen nicht zu verhindern war, dass der ohnehin geringe linksrheinische Hochwasserabfluss durch die hohen Kais der zukünftigen städtischen Hafenanlagen noch weiter beschränkt werden würde, so war eine wirksame Erweiterung nur auf der rechten Rheinseite möglich, eine Anschauung, der später auch (1886) die in Worms tagende Reichskommission zur Untersuchung der Rheinstromverhältnisse im allgemeinen beitrug.

Der Bericht der Handelskammer in dieser Hinsicht lautet:

»Durch die beiden Brückenköpfe der hiesigen Schiffbrücke, durch die Erhöhung der Staatsstraßen, die auf beiden Seiten des Rheines nach der Schiffbrücke führen, und durch die Anlage der beiden Bahnstationen Worms-Hafen und Rosengarten direkt am Ufer ist der Raum für die Passage des Hochwassers nahezu auf den Querschnitt des Rheinbettes in der Linie der Schiffbrücke eingeschränkt. Weder rechts noch links fließt bei irgend einem Stande des Rheines genügend Wasser ab, die ganze Masse muss sich vorzugsweise zwischen den Brückenköpfen durchdrängen.

Die Folge hiervon ist eine außerordentliche Anstauung des Wassers, die auf der ganzen Strecke bis Bingen nicht wieder vorkommt, eine künstliche Vergrößerung der Ueberschwemmungsgefahr für Worms und Umgegend und eine ungeheure Vermehrung des Schadens an Gütern und Gesundheit, sobald eine Ueberflutung eintritt, wie wir es in den letzten Jahren bis zum Uebermaße erfahren haben.

Diese Thatsache ist auch von der Sachverständigen-Kommission, die die Verhältnisse des Rheinstroms untersuchte, anerkannt worden.

Eine wirksame Abhülfe des immensen Missstandes kann nur durch eine Erweiterung des Hochwasserprofils an der genannten Stelle geschaffen werden, und diese ist wiederum nicht möglich, wenn nicht die Bahnanlagen auf einer oder auf beiden Seiten des Rheines rasirt und die Staatsstraßen niedriger gelegt werden.

Also auch bei den Erwägungen dieser Frage von schwerwiegender Bedeutung kommen wir zu demselben Resultate, der Notwendigkeit, die Rheinufer frei zu legen, die Bahnkörper, die den Hafen wie das Hochwasser einschnüren, zu entfernen und dem Bahnverkehr einen neuen Weg in Gestalt einer stehenden Brücke über den Rheinstrom anzuweisen.«

Auf diese Anregung hin fragte das großh. hessische Ministerium noch im Oktober 1883 an, ob die Hessische Ludwigsbahn gesonnen sei, dem Brückenbau näher zu treten. Zutreffendenfalls beabsichtige das Ministerium, die Verbindung der Eisenbahnbrücke mit einer Straßenbrücke in Erwägung zu ziehen. Als Antwort hierauf wurde im September 1884 das eingangs erwähnte alte generelle Brückenprojekt vorgelegt, zugleich aber die Anfrage gestellt, wie es mit den Brückenbaukosten hinsichtlich der Zinsgarantie gehalten werden solle, da die Brücke als Glied der garantirten Bahn Worms-Bensheim zu betrachten sei. Nachdem die Hessische Ludwigsbahn weiter noch im Jahre 1885 ein etwas verändertes generelles Projekt, wonach die Stromöffnung 102 m Stützweite, die Altrheinöffnung 85 m Weite erhalten sollte, und welches auf 3 440 000 M veranschlagt war, nachgeliefert hatte, ruhten wieder die Verhandlungen bis zum Jahre 1888. Inzwischen wurde seitens des großh. hessischen Ministeriums der Entwurf zu einer Straßenbrücke generell bearbeitet. Es ergab sich, dass die Vereinigung der beiden Brücken nicht zu ermöglichen war, ohne den Straßenverkehr, der sich hauptsächlich in der Richtung von und nach Bürstadt bewegt, auf großen Umwegen über den Rhein führen zu

müssen, oder die von der Stadt Worms beabsichtigten Hafengebäuden, welche in ihren allgemeinen Entwürfen zu jener Zeit bereits festlagen, zu beeinträchtigen. Da überdies die Ersparnis, die durch Nebeneinanderlegen der beiden Brücken erreichbar war, im Verhältnis zu den Gesamtkosten nur mäßig ausfallen konnte, folgte sich die Trennung der beiden Brücken von selbst. Nachdem diese Vorarbeiten zum Abschluss gelangt waren (1888), wurden seitens des großh. hessischen Ministeriums die Verhandlungen mit der Ludwigsbahn wieder aufgenommen. Die letztere stellte nunmehr aber, in dem schon angedeuteten Sinne, Bedingungen finanzieller Art an den Staat, auf die das großh. hessische Ministerium nicht eingehen konnte. Erst nach langen Verhandlungen kam es zu einem Uebereinkommen zwischen dem großh. hessischen Ministerium und der Hessischen Ludwigsbahn, welches im Jahre 1894 vertraglich festgelegt wurde. — Dieser Vertrag regelte außer der Brückenfrage auch die Frage der Erweiterung des Bahnhofes Worms und die Vermehrung der Betriebsmittel. Was den Brückenbau betrifft, so wurde der aufgetauchte Gedanke, die Brücke auf Staatskosten zu erbauen und wegen des Betriebes einen Vertrag mit der Hessischen Ludwigsbahn abzuschließen, wieder verlassen. Die letztere sollte jetzt vielmehr den Bau unter staatlicher Oberaufsicht übernehmen und die hierfür erforderlichen Mittel selbst aufbringen. Die Verzinsung des Baukapitals sollte dem Staat insoweit zur Last fallen, als die Gesellschaft nicht durch die Betriebsersparnisse und sonstige Vorteile, welche sich aus dem Brückenbau ergeben, selbst Deckung fände.

Als obere Grenze der Garantiesumme wurde der Betrag von 5 700 000 *M* eingestellt, der so bemessen war, dass die Baukosten der Brücke und alle damit im Zusammenhang stehenden Nebenanlagen — Zufahrtrampen beiderseits des Rheines, Bau des zweiten Gleises von Biblis bis zur Einmündung in die rechtsrheinische Brückenrampe südlich Hofheim, Beseitigung der Station Rosengarten und Worms-Hafen, endlich Verlegung der Gleisverbindung nach dem Wormser Hafen — gedeckt werden können. Da der Brückenbau Änderungen in den Gleisanlagen bis in den Bahnhof Worms hinein bedingt, so wurde vereinbart, dass dafür ein Pauschalbetrag von 150 000 *M* aus obiger Garantiesumme bereit gestellt werde, so dass für den Brückenbau mit Nebenanlagen noch 5 550 000 *M* zur Verfügung blieben.

Sobald dem Vertrag die Genehmigung der hessischen Ständekammern erteilt war, konnte der Ausführung des Baues näher getreten werden. Es wurden zunächst die Aufnahmen und sonstige Grundlagen für die Ausschreibung eines öffentlichen Wettbewerbes beschafft und dieser letztere veranlasst, welche Arbeiten im Jahre 1895 noch von der Spezialdirektion der Hessischen Ludwigsbahn vorgenommen wurden. Die Ausführung des Weiteren kam jedoch nochmals ins Stocken, weil mittlerweile die Unterhandlungen wegen der Verstaatlichung dieser Bahn eingeleitet und dem Abschlusse nahegebracht worden waren.

So war es schließlich der kgl. preussischen und großherzoglich hessischen Eisenbahndirektion Mainz, welche letztere nach der Verstaatlichung der Hessischen Ludwigsbahn am 1. April 1897 in den Vertrag vom Jahre 1894 eintrat, vorbehalten, den Bau der Brücke zur Ausführung zu bringen.

Am 1. Oktober 1896 wurde in Worms die Bauabteilung für die Ausführung der Brücke errichtet und dem Verfasser zunächst die Aufgabe zugeteilt, die beiden Wettbewerbsentwürfe »Eisenbahnbrücke« und »Rheinpfalz«, die unter 5 eingegangenen Entwürfen den ersten bezw. den zweiten Preis erhalten hatten, nochmals zu überprüfen und danach den einen oder andern Entwurf zur Ausführung vorzuschlagen. Es sei im Nachfolgenden der Entwurf »Eisenbahnbrücke« (Gesellschaft Harkort, Duisburg, Prof. Frentzen, Aachen, und R. Schneider, Berlin) stets mit I, der Entwurf »Rheinpfalz« (Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, Baurat Hofmann, Worms, und Grün & Bilfinger, Mannheim) stets mit II, der Preiserteilung entsprechend, bezeichnet¹⁾. Bei dieser Ueberarbeitung wurden natürlich allgemeine Gesichtspunkte und Einzelheiten, deren Beurteilung Sache des Preisgerichtes war, nur insoweit in Betracht gezogen, als dies zu einem abschließenden Urteil

¹⁾ Näheres über den Wettbewerb um die Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Worms siehe Zentralblatt der Bauverwaltung 1896 Nr. 33.

über das höhere Maß an Bauwürdigkeit des einen oder des andern Entwurfes erforderlich war. Es fanden sich dabei weder Einwände gegen die statischen Ermittlungen noch gegen die Massen- und Gewichtsberechnungen beider Entwürfe.

Im übrigen waren die Schlussergebnisse der Nachprüfung folgende:

1) Die Wahl der Pfahlrostgründung der Strompfeiler im Entwurf I wird beanstandet, nicht aus rein technischen Gründen — denn bei dem vorhandenen Untergrunde in den oberen Lagen der Sohle war der Pfahlrost wohl ausführbar — sondern aus Rücksicht auf die andauernd höheren Wasserstände der letzten Jahre, die eine öftere und längere Unterbrechung der Bauarbeit befürchten lassen.

Anhand eines Auszuges aus den amtlichen Wasserstandstabellen für den Wormser Pegel und die 10jährige Periode 1887/96 ist zu erkennen, dass bei der angenommenen Höhenlage der Spundwandoberkante des Fangdammes von + 2,30 m W.P. mit einer jährlichen Unterbrechung der Bauarbeiten durch Ueberflutung der Baugrube von durchschnittlich 58 Tagen gerechnet werden muss. Im Jahre 1888 war der Wasserstand sogar an 164 Tagen und in 1896 an 147 Tagen höher als + 2,30 m am Wormser Pegel. Durch die Erhöhung des Fangdammes auf das erforderliche Maß würden sich andererseits die Kosten so erhöhen, dass die Gründung auf Pfahlrost gegenüber der auf Senkkasten auch in dieser Hinsicht nicht mehr vorteilhaft erscheint. Es wird deshalb, und weil, wie später gezeigt werden wird, die Untergrundverhältnisse am linksrheinischen Strompfeiler in der verschobenen Lage der Brückenachse eine tiefere Gründung des Pfeilers notwendig machen, Senkkastengründung vorgeschlagen.

2) Entwurf I sieht ein teureres, aber auch widerstandsfähigeres Verblendmaterial der Pfeiler vor (Granit für die Vorköpfe und Basalt für die Seitenflächen gegenüber Sandsteinquaderverblendung im Entwurf II).

3) Entwurf I weist wesentlich geringere Fugenpressungen in den Vorlandpfeilern (4,3 kg gegen 7 kg/qcm) und einfachere Gründungsverhältnisse derselben auf als Entwurf II.

4) Die Eisenkonstruktion des Entwurfes I zeigt in einzelnen Punkten Vorzüge vor derjenigen des Entwurfes II; für beide ist eine Umrechnung nach den kgl. preussischen Vorschriften vom Jahre 1895 erforderlich.

5) Die Gesamtanordnung von I hat einige Vorzüge gegen II, hauptsächlich in der Wahl der Stützweiten der Stromöffnungen und der Vorlandöffnungen.

6) Entwurf I ist billiger als II (2 784 990,53 *M* gegenüber 2 853 357,28 *M*, oder 4007 *M* pro Meter überstützter Länge gegenüber 4070 *M*).

Aus diesen Gründen ergab sich der Antrag auf Wahl des Entwurfes I, »Eisenbahnbrücke«, unter Ersatz der Pfahlrostgründung der Strompfeiler durch Senkkastengründung und Vertiefung der Landpfeilerfundamente um 1,50 m mit Rücksicht auf die Nähe des scharf eingeschnittenen Strombettes.

Ueber das vorstehende Ergebnis der Ueberarbeitung wurde am 19. November 1896 in Worms beraten. An der Beratung nahmen teil die Herren Geheimer Rat Dr. Schäffer und Geheimer Oberbaurat Wetz, beide vom großh. hessischen Ministerium der Finanzen in Darmstadt, Geheimer Oberbaurat Dr. Zimmermann vom kgl. preussischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin, Baurat Heyl von der Spezialdirektion der Hessischen Ludwigsbahn in Mainz und der Verfasser.

In dieser Sitzung kamen die oben berührten Vergleichsergebnisse nochmals zur Sprache, und man einigte sich zu dem Beschluss, dem Entwurf I den Vorzug zu geben unter den folgenden Abänderungen und Ergänzungen:

- 1) Ausführung der Pfeiler in den Formen der Architektur des II. Entwurfes und Gründung der Strompfeiler auf Senkkasten.
- 2) tiefere Gründung der Endpfeiler der Strombrücken;
- 3) Verlängerung der Flutbrücken bis über den Altrhein;
- 4) Ausführung der Flutbrücken mit Parallelträgern statt Bogenträgern;
- 5) Umrechnung der Eisenteile nach den kgl. preussischen Vorschriften vom Jahre 1895.

6) Beschaffung von Brückenbesichtigungswagen für die Stromöffnungen und

7) Berücksichtigung einiger kleinerer Konstruktionsänderungen, die seitens des Geh. Oberbau Rates Dr. Zimmermann vorgeschlagen worden waren.

Die Unternehmer zu I, Gesellschaft Harkort in Duisburg und R. Schneider in Berlin, erhielten, nachdem ihnen bereits unter dem 30. November 1896 der Zuschlag erteilt worden war, nunmehr den Auftrag zur Aufstellung und Vorlage der den Abänderungspunkten 1 bis 7 entsprechenden Kostenschläge. Schliesslich wurde seitens des Verfassers die Aufmerksamkeit auf den Umstand gelenkt, dass der von der Hessischen Ludwigsbahn bearbeitete Entwurf für die Erweiterung des Bahnhofes Worms, an sich unzureichend verfasst, durch die gewählte Lage B der Brückenlinie, Fig. 1, nur mit grossen Schwierigkeiten zu verbessern sei, und anhand einer generellen Umarbeitung der nordöstlichen Bahnhofsanlage beantragt, die Brückenlinie um etwa 450 m weiter rheinabwärts zu verschieben (nach C, Fig. 1).

Die älteste Lage der Brückenachse A, Fig. 1, war seitens der Hessischen Ludwigsbahn ohne Berücksichtigung der Bahnhofserweiterung Worms, welche zu jener Zeit noch in weiter Ferne stand, im engen Anschluss an die bestehende Hafeneinfahrt gewählt. Durch die Wormser Hafengebäude ergab sich zum erstenmale die Notwendigkeit, an eine Verschiebung der Achse rheinabwärts zu denken, und man kam dabei nach und nach in die dem Wettbewerb zugrunde gelegte Lage B, Fig. 1, bei der ausser der Rücksicht auf die Hafeneinfahrt die möglichste Verkürzung der Flutbrücken und die Hochflutverhältnisse auf dem rechten Rheinufer, die ausschlaggebenden Gesichtspunkte waren. In dieser Weise musste die bevorstehende Bahnhofserweiterung von Worms, bei deren Bearbeitung man insofern beschränkt war, als eine Verschiebung der neuen Gleisanlagen nach Süden durch die örtlichen Verhältnisse ausgeschlossen erschien, unnötig erschwert und verteuert werden, während eine Verschiebung der Brückenachse rheinabwärts wesentlich leichter und billiger ausführbar war und die Entwicklung der Bahnhofsgeleise in genügender Länge nach Norden begünstigen musste. Unter Gutheissung dieser Gründe wurde der Antragsteller mit der Bearbeitung einer entsprechenden Variante und Feststellung der etwaigen Mehrkosten beauftragt. Bei der Bearbeitung der Variante ergab sich, dass die Verschiebung der Achse und die Ueberbrückung des rechten Vorlandes bis über den Altrhein ein wasserbautechnisches Interesse nicht beeinträchtigte. Das Stromprofil in Lage C ist sogar abführungsfähiger als das in B oder das Profil der neuen Strafsenbrücke. Das letztere hat einen Gesamthalt von 3401 qm, dasjenige in B 3678 qm, während das Profil in C nach Abzug der Pfeiler und unter Berücksichtigung der geplanten Abgrabungen auf dem rechtsseitigen Vorlande 4691 qm erhalten wird. Es übersteigt also das neue Querprofil C das an der Strafsenbrücke um 1290 qm und das in B um 1013 qm. In den Zufahrtrampen sind die Verhältnisse im allgemeinen ähnlich wie bei Entwurf B geblieben; doch hat sich auch hier manches günstiger gestaltet. Bei der Ausfahrt vom Bahnhof Worms liegt beispielsweise die Steigung nunmehr fast ganz in der Geraden, die Krümmungen sind etwas schwächer, und das Gelände linksrheinisch ist durchschnittlich billiger geworden.

Auch auf dem rechten Ufer stiefs die Führung der Linien (nach Hofheim und nach Lampertheim) auf keine besonderen Schwierigkeiten. Mit der letztgenannten konnte die Hofheimer Strasse unterführt, einige sumpfige Stellen umgangen, endlich auch das ebenfalls bereits für den zweigleisigen Ausbau bzw. den Brückenbau in früherer Lage A angekaufte Gelände möglichst ausgenutzt werden.

Die nach den neuen Gesichtspunkten ausgeführten Bearbeitungen der beiden Brückenlagen B und C ergaben, dass die neue Lage einen Mehraufwand von 89718 M verursachte, ausserdem, dass die Ausführung der Landpfeiler im Umfange des Entwurfes II gegen Entwurf I einen Mehraufwand von 84022 M herbeiführte. Diese Mehrkosten wurden schliesslich durch Umarbeitung der Landpfeiler in Portalpfeiler und Verringerung der Einheitspreise für die vereinfachten Eisenkonstruktionen der Flutöffnungen eingebracht, sodass der Ge-

nehmigung des neuen Entwurfes in der Lage C nichts mehr im Wege stand. Nachdem im Mai 1897 die Zustimmung der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt für die geplante Anlage der Brücke an der neuen Uebergangsstelle C eingeholt und zu gleicher Zeit die neuen Entwürfe wegen Erteilung der baupolizeilichen Genehmigung zur Offenlegung gebracht worden waren, wurden die Entwurfstücke näher ausgearbeitet, soweit dies für die Aufstellung des endgültigen Vorschlages, den Abschluss des Vertrages und den Baubeginn erforderlich war.

Die ganze Bearbeitung wurde im September 1897 vorgelegt und fand die Genehmigung seitens des kgl. preussischen Hrn. Ministers der öffentlichen Arbeiten teilweise im Dezember desselben Jahres, ergänzend im März 1898.

Der genehmigte Kostenanschlag für die Rheinbrücke schloss mit 3 495 000 M ab.

II. Bodenuntersuchungen.

Die für die Ermittlung der Gründungstiefe erforderlichen Bodenuntersuchungen fanden im Winter 1896/97 statt.

Als Bohrgeräte dienten Ventilbohrer, und da der Wasserdruk beträchtlich war, wurden Futterrohre von 130 mm l. W. in Anwendung gebracht. Zum Eintreiben dieser Rohre wurden einfache Handrammen benutzt, die im Vorlande auf Holzschwellen, im Strome auf Prähmen aufgestellt wurden.

Der Formation des Mainzer Beckens entsprechend ergaben sich die oberen Schichten im Vorlande als lehm- und sandhaltig und enthielten Spuren von Süfwasser-Molluskenschalen. Darunter fand sich Sand bis zur Feinheit des Fliefsandes, feiner und gröberer Kies sowie Gerölle in Stücken bis zu 8 cm Korngrösse. Auch zeigten sich in einzelnen Fällen schwache Schichten blauen Lettens. In den tieferen Sandlagen verschwanden die Land- und Süfwasserschnecken-Ueberreste, wonach angenommen werden darf, dass jene Lager nicht aus angeschwemmten, sondern aus Dünenanden bestehen.

Wie aus den in Fig. 2 und 3 dargestellten Bohrlochschnitten hervorgeht, zeigt die Schichtung einen häufigen Wechsel. Gleichzeitige Ablagerungen erscheinen durch fremde, oft sehr schwache Schichten durchsetzt, und mächtigere Lagerungen verlieren sich von einem Bohrloch zum andern vollständig. Damit weisen diese Umstände auf die übrigen bekannten vielfachen Veränderungen hin, welche im Laufe der Zeiten in den hydrogeologischen Verhältnissen des hessischen Stromgebietes stattgefunden haben.

Gegen das Eintreiben der Bohrrohre bot der festgelagerte Sand den grössten Widerstand. Im allgemeinen nahm der Widerstand mit der Zunahme der Korngrösse ab und erreichte seinen kleinsten Wert in den Schichten, die aus einem Gemisch von Flusskies mit etwa 35 vH Quarzsand bestanden. Einzelne vorgelagerte grössere Kieskörper wurden dem Eintreiben der Rohre zuweilen sehr hinderlich, weil sie erst durch das Vortriebröhr zertrümmert werden mussten. Die gefundenen Lettenschichten verhielten sich ähnlich wie die Triebandschichten.

III. Messungen und Absteckungen.

Für die Feststellung des endgültigen Entwurfes war das Längenprofil der Brückenlinie zu bestimmen.

Hinsichtlich der Höhen wurde im Anschluss an beiderseits des Rheines vorhandene Höhenfestpunkte der Stromverwaltung eine Peilung der Rhein- und Altrheinsohle in der Brückenrichtung vorgenommen. Im übrigen wurde aber ein durch Anschlüsse an andere Höhenfestpunkte genügend gesichertes Nivellement durchgeführt.

Zur Bestimmung der Längen für die Brückenlinie war es nötig, sowohl die Breite des Rheines wie die des Altrheines aus Dreiecksmessungen auf trigonometrischem Wege abzuleiten. Zu den Winkelmessungen benutzte man einen bis auf halbe Minuten ablesbaren Theodolithen. Zur Feststellung der Rheinbreite mafs man diejenige Strecke, welche von den Verbindungslinien der Rheinuferpunkte 43 bis 45 (linksseitig, s. Fig. 6, S. 8) und 44 bis 46 (rechtsseitig) aus der Brückenachse herausgeschnitten wird. In zweifacher Weise und gemittelt ergab sich diese Länge zu 325,080 m. Eine zweite Messung unter

Benutzung der Koordinaten der Strom-Marksteine 43 bis 46, die in die Stromvermessung einbezogen sind, lieferte eine Strecke von 325,145 m, also nur einen Unterschied von $6\frac{1}{2}$ cm = $\frac{1}{5000}$ der Länge. Eine dritte von der Bauunternehmung Schneider unter Mitwirkung der Bauverwaltung sehr sorgfältig auf anderer Basis mittels eines bis auf 20 sek ablesbaren Theodolithen durchgeführte Messung ergab gegenüber der zweiten Messung nur einen Unterschied von 1 cm. In ähnlicher Weise wurde die Breite des Altrheines festgestellt.

Die Längen auf dem Lande wurden unmittelbar durch Messung mittels 37 m langer Holzlaten bestimmt, die in der Messrichtung zur Erzielung einer wagerechten Unterlage und zur Vermeidung öfteren Absenkens auf wagerecht einstellbaren Gestellen ruhten.

Die Aussteckung der Strompfeilermittelpunkte erfolgte vor und bei dem Herablassen der eisernen Gründungssenkasten und beim späteren Pfeileraufbau auf trigonometrischem

IV. Festsetzung der Gründungstiefen.

Aufgrund der im Abschnitt II besprochenen Bohrergebnisse wurden die Gründungstiefen wie folgt festgesetzt:

Bauwerk 1, linkes Endwiderlager, + 84,800 NN.

Bohrloch 1, Fig. 2 und 3, zeigt in dieser Tiefe groben Sand und darunter bis auf den blauen Letten mehrere Schichten von feinem und grobem Sand und Kies in einer Mächtigkeit von zusammen 3,4 m. Die Fundamentsohle hätte freilich auch höher gelegt werden können, da nach oben durchweg guter Baugrund vorhanden ist. Doch war es mit Rücksicht auf die beim Aufgraben gefundenen Quellen und Tribsandadern und auf die Nähe des scharf eingeschnittenen, wenn auch geschützten Stromufers und der daran anschließenden, auf + 83,0 m liegenden Stromsohle nicht ratsam, höher zu bleiben.

Fig. 2.

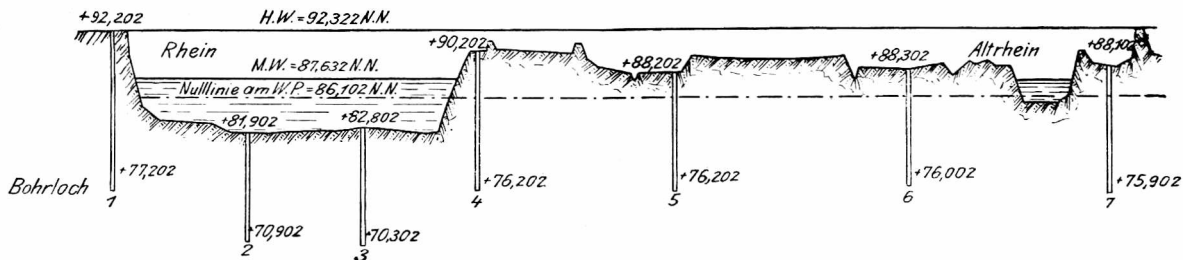
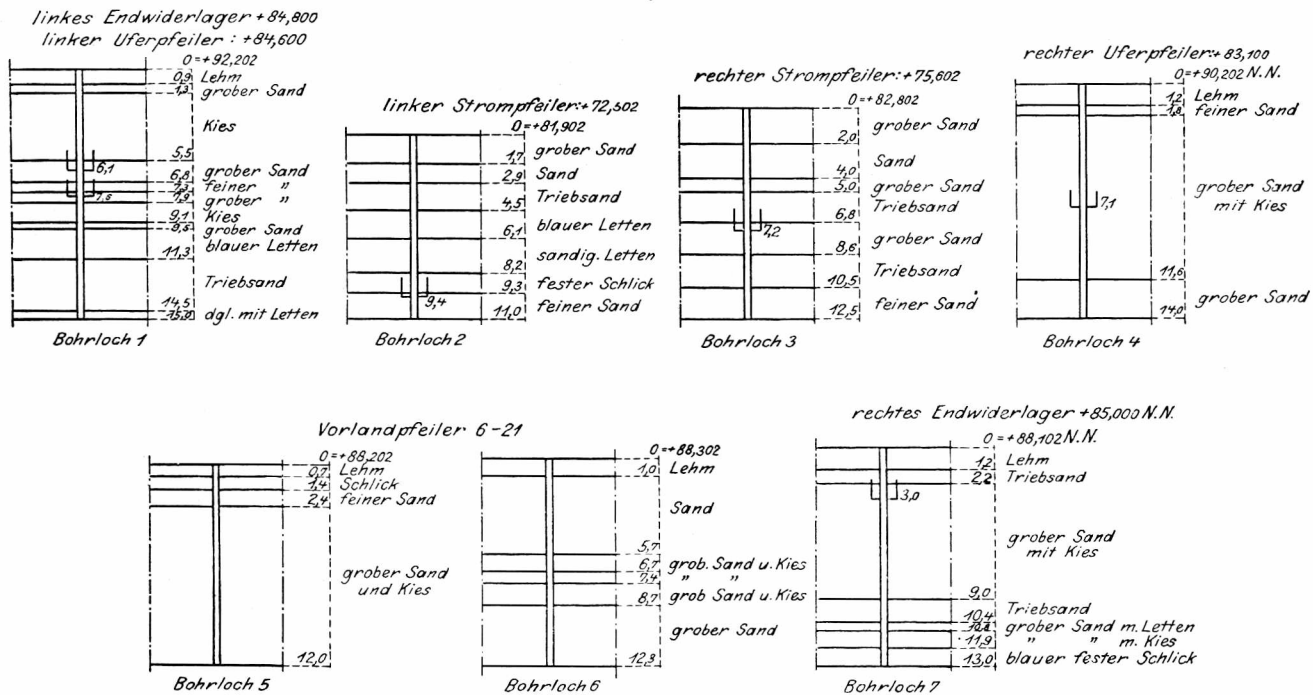


Fig. 3.



Wege mittels des Theodolithen, wobei je zwei auf beiden Stromseiten aus den vorhergehenden Messungen festgelegte Punkte benutzt wurden. In dem Schwerpunkte des sich durch diese 4 Visuren ergebenden Fehervierts konnte dann jeweils der annehmbare Mittelpunkt des betreffenden Pfeilers erblickt werden. Beim linken Strompfeiler fielen die vier Visuren nahezu auf einen Punkt zusammen, und auch später haben die unmittelbaren Messungen auf den Aufstellungsgerüsten für die Eisenkonstruktionen, die Richtigkeit der vorhergehenden Messungen bestätigt.

Die Mittelpunkte der Landpfeiler wurden auf einer Parallelachse zur Brückenlinie eingemessen.

Zur Höhenbestimmung auf den Strompfeilern wurden von den am nächstgelegenen Ufer stehenden Höhenfestpunkten aus Höhenmarken auf die Gerüste und später auf das Pfeilermauerwerk selbst durch sorgfältige Nivellements mit gleichen Ablesungsentfernungen bei günstigem Wetter übertragen

Bauwerk 2, linker Uferpfeiler, + 84,600 NN.

Die Absetzung erfolgte in grobem Sande, unter dem die vorher bezeichneten tragfähigen Schichten (Bohrloch 1, Fig. 3) noch eine Mächtigkeit von 1,9 m haben. Unter diesen Schichten folgt eine 1,8 m starke Schicht blauen Lettens, der kompakt und undurchlässig befunden wurde. Er schließt den weiter unten folgenden Tribsand in wünschenswerter Weise ab, sodass der Baugrund als gut bezeichnet werden kann.

Bauwerk 3, linker Strompfeiler, + 72,502 NN.

Unmittelbar unter der Flusssohle fand sich (Bohrloch 2, Fig. 3) eine Schicht gröberen und darunter eine solche feineren Sandes von zusammen 2,9 m Mächtigkeit. Bei dem durch die Bohrungen festgestellten häufigen Schichtenwechsel, der einen gleichmäßigen Verlauf der tragfähigen Schichten auf eine größere Entfernung vom Bohrloch zweifelhaft machte, war bei der Festsetzung der Gründungstiefe große Vorsicht

geboden. Das Strombett ist an der Brückenbaustelle zwar gut und regelmässig ausgebildet und, wie die amtlichen Peilungen darthaten, wenig veränderlich; dennoch erschien es im Hinblick auf die geringe Mächtigkeit der oberen tragfähigen Schichten und die bestehende Möglichkeit später eintretender Kolkungen ratsam, mit dem Fundamente tiefer zu gehen. Da nun die folgenden Schichten aus Trieb sand und wasserhaltigen Letten und Schlick bestehen, war es naturgemäss, diese wenig tragfähigen Schichten zu durchteufen und den Pfeiler in der 9,3 m unter der Flusssohle beginnenden festen Sandschicht von 1,7 m Mächtigkeit abzusetzen.

Bauwerk 4, rechter Strompfeiler, + 75,602 NN.

Das Bohrerergebnis (Bohrloch 3, Fig. 3) war hier wesentlich günstiger, sodass man um 3,1 m höher absetzen konnte als beim Bauwerk 3. Der Pfeiler wurde etwa 7,2 m unter Flusssohle in einer 1,8 m mächtigen Schicht groben Sandes abgesetzt, die von weiteren Schichten feinen Sandes unterlagert ist.

Bauwerk 5, rechter Uferpfeiler, + 83,100 m NN.

Das Bohrerergebnis war hier sehr gut, indem sich eine mächtige und tiefgehende Schicht groben Sandes und Kieses vorfand. Mit Rücksicht auf die Nähe des Stromes wurde auch hier, wie bei Bauwerk 1 und 2, etwas tiefer gegangen, als sonst nötig gewesen wäre. Die Absetzungsfläche liegt 6 m unter der planmäßigen und wirklichen Vorlandhöhe.

Bauwerke 6 bis 21, Vorlandpfeiler.

Die Vorlandpfeiler wurden, wie das Längenprofil, Fig. 4 und 5, zeigt, im allgemeinen auf Null am Wormser Pegel, d. h.

Schichten notwendig wurde, weil einerseits der gefundene Schwimmsand nicht entfernbar war, andererseits auf ihm nicht ohne weiteres abgesetzt werden konnte.

Bauwerk 22, rechtes Endwiderlager, + 85,000 NN.

Das rechte Endwiderlager wurde 4 m unter der natürlichen Geländehöhe in der erbohrten Schicht groben Sandes abgesetzt. Für die Wahl dieser Tiefe war auch hier die Rücksicht auf den nahegelegenen Wasserarm des Altrheines mitbestimmend.

V. Materiallieferungen und Materialprüfungen.

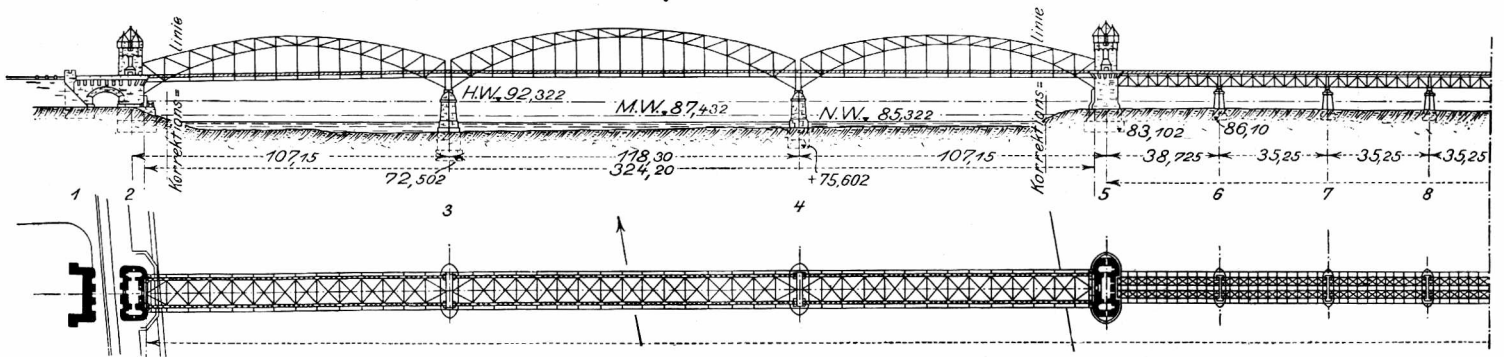
A) Maurermaterialien für die Pfeilerbauten.

Den Unternehmern lag die Lieferung aller Materialien ob, die vor der Anlieferung in Proben unter Angabe des Bezugsortes und Mitteilung etwaiger bereits vorliegender behördlicher Untersuchungsergebnisse über Festigkeit, Wetterbeständigkeit usw. der Bauleitung zur Wahl eingereicht werden mussten. Die Bauleitung vervollständigte entweder die Untersuchungen selbst, wie für Zement, oder liess solche im Laboratorium der Technischen Hochschulen in Darmstadt und Charlottenburg vornehmen, bezw. durch Zeugnisse belegen.

1) Steinmaterial.

Das verwendete Steinmaterial wurde, soweit es sich um Sandsteine handelte, aus den hessischen und badischen Brüchen des Neckarthaales und der Haardt, der Granit aus dem Schwarzwald und die Basaltlava aus den Brüchen bei Andernach bezogen. Das Nähere hierüber giebt die folgende Tabelle.

Fig. 4 und 5.



3,0 m unter Geländehöhe, abgesetzt, und es wurde nur dort etwas tiefer oder höher gegangen, wo das natürliche Gelände etwas tiefer oder höher lag. Bei der Wahl der Gründungstiefe war hier die Rücksicht auf die Möglichkeit einschneidender Veränderungen in der Oberfläche des Geländes durch andauernde grössere Hochwasser und Eisgänge massgebend. Anhand der örtlichen Erfahrungen empfahl es sich, die Fundamente nicht wesentlich höher als etwa 3,0 m unter Geländehöhe abzusetzen. Die Spundwände gehen 1,5 bis 1,75 m unter die Fundamentsohle. Der Pfeiler im Altrhein (Nr. 21) ist auf + 83,002, also 2,0 m unter Altrheinsohle, abgesetzt worden. Die Bohrerergebnisse (Bohrlöcher 5 bis 7, Fig. 3) waren auf dem Vorlande zunächst sehr günstig; sie zeigten im Bohrloch 4 groben Sand und Kies in mehr oder weniger grosser Mächtigkeit; bei der Ausführung der Flutpfeiler ergab sich aber, dass diese Schicht nicht gleichmässig fortlief, sondern in einzelnen Fällen sehr schwach wurde und dafür minder tragfähigen Schichten Platz machte. Thatsächlich wechselte der Untergrund in einigen Fällen in einer und derselben Baugrube. Es galt also festzustellen, ob die Tragfähigkeit an einzelnen Stellen eines und desselben oder eines ganzen Fundamentes nicht unter das zugelassene Mass herabging. Dies konnte nur durch unmittelbare Belastung des Bodens geschehen, und derartige Versuche wurden in der That mit einer vom dem Verfasser dazu besonders konstruirten Vorrichtung ausgeführt. Das Ergebnis war, dass bei den Pfeilerbauwerken 11, 16 und 19 eine künstliche Dichtung des Baugrundes durch Grundpfähle und Steinpackungen bezw. eine nachträgliche Stützung der Fundamente mittels Pfahlroste auf festeren

Nr.	Bruchbesitzer und Ort des Bruches	gelieferte Menge rd. cbm	Proben untersucht durch	Druckfestigkeit		Bemerkungen
				⊥ zum Lager kg/qcm	grösste Beanspruchung kg/qcm	
I. Sandstein.						
1	H. A. Gutschow, Eberbach a/M.	240	Technische Hochschule München	842	14,90	wetterbeständig
2	A. Sauer, Neustadt a/H.	630	Technische Hochschule Darmstadt	494	10,84	>
3	Pfalzbahn, Ingenieurbezirk Kaiserslautern, Bruch bei Frankenstein	1050	Technische Hochschule München	465	12,0	>
4	K. Weber, Eselsfurt (Pfalz)	1130	Technische Hochschule Darmstadt	447	11,0	>
II. Granit.						
5	J. Leuther, Kappelrodeck	118	Technische Hochschule München	1863	48,10	>
III. Basaltlava.						
6	Xaver Michels, Andernach, und D. Zervas Söhne, Cottenheim	900	mech.-techn. Versuchsanst. Berlin	1452	29,00	>

2) Zement.

Der Portlandzement wurde von der Mannheimer Zementfabrik fast durchweg als langsam bindend geliefert und jede

Sendung seitens der Bauleitung in einigen Proben nach den Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement eingehend geprüft. Rascher bindender Zement wurde nur ganz ausnahmsweise in solchen Fällen verwendet, wo es sich um möglichst rasche Schließung von Wasseradern in den Fundamenten u. dergl. handelte.

Die Untersuchungen des Zements haben durchweg eine feine gleichmäßige Mahlung, mäßige Erwärmung beim Abbinden, vollständige Volumenbeständigkeit und folgende Zugfestigkeitsziffern ergeben:

größte gefundene Zugfestigkeit nach 6 tägigem Erhärten unter Wasser von 15° C: 38 kg/qcm;
geringste Zugfestigkeit unter denselben Umständen: 15 kg/qcm;
mittlere Zugfestigkeit unter denselben Umständen: 26,6 kg/qcm.

3) Beton.

Für die Bereitung des Betons stand ein scharfer, quarzreicher Flusssand und ebensolcher Kies von 3 bis 5 cm Korngröße zur Verfügung. Sand und Kies wurden im Rhein in der Nähe der Brückenbaustelle gewonnen und sollten, um die gewählten Mischverhältnisse 1:4:7 und 1:3:6 einzuhalten, zuerst durch Sieben getrennt werden. Um nun diese Arbeit und die damit zusammenhängende eingehende Beaufsichtigung zu vereinfachen, wurde durch zahlreiche Proben das Mischverhältnis des Baggergutes festgestellt und gefunden, dass der Sandgehalt zwischen 36 vH und 54 vH wechselte und daher dem Verhältnis in dem Beton 1:4:7 nahe kam; dass ferner der durch ein Sieb von 3 1/2 mm Maschenweite getrennte Kies rd. 34 vH Hohlräume für die Aufnahme des

vorherige Trennung der Materialien und hinsichtlich des Stampfbetons 1:4:7 auf die genauere Einhaltung des Mischverhältnisses verzichtet werden.

Für den Fundamentbeton, der im Verhältnis 1:3:6 eingebracht werden sollte, und welchem die natürliche Mischung des Materials nicht mehr entsprach, indem der Sandgehalt zu hoch war, wurde das richtige Mischverhältnis auf dem üblichen Wege herbeigeführt.

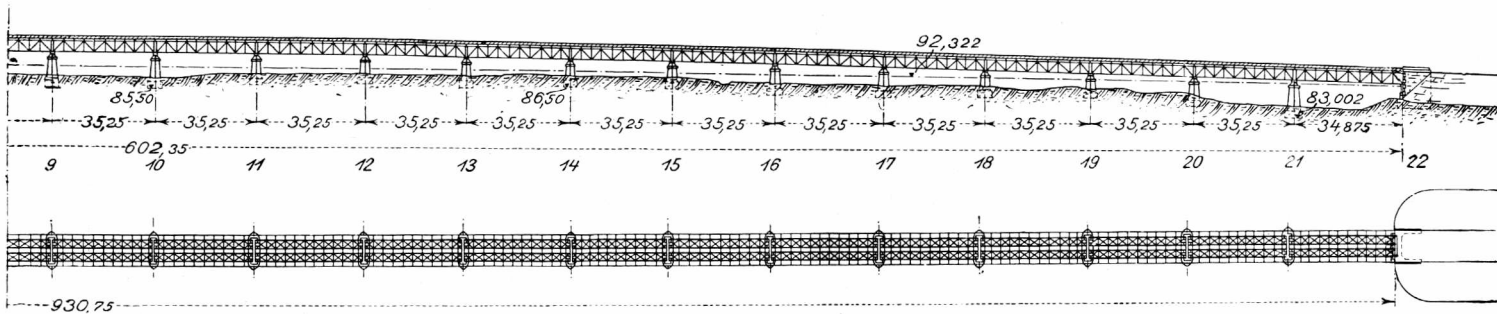
Bezüglich der im übrigen verwendeten Baumaterialien ist Besonderes nicht zu erwähnen.

4) Mörtel.

Für die einzelnen Mauerwerkkörper wurden je nach der Härte, der Porosität und dem Angriff, dem das Material ausgesetzt ist, sowie mit Rücksicht auf das Durchschlagen des Zements nach außen die folgenden Mischverhältnisse gewählt:

- a) Basalt.
α) Werksteine der Vorköpfe und der Abdeckungen:
1 Teil Zement und 2 Teile Sand.
β) Schichtsteine der Seitenflächen:
1 Teil Zement und 3 Teile Sand.
b) Sandstein.
α) Werksteine der Flutpfeiler:
1 Teil Zement und 2 Teile Sand.
desgl. der Landpfeiler und der Endwiderlager:
1/2 Teil Zement, 1 Teil hydraulischer Kalk und 4 Teile Sand.
β) Schichtsteine der Flutpfeiler und Endwiderlager:
1 Teil Zement und 3 Teile Sand.

Fig. 4 und 5.



Mörtels besaß, mithin nach den Versuchen von Dyckerhoff etwa doppelt so viel Kies als Sand zur Erreichung eines festen und dichten Betons anwendbar war. Weiter wurde ermittelt, welchen Einfluss diese Mischungsverschiedenheiten auf die Festigkeit des Betons haben. Zu diesem Zwecke wurden je 5 Probewürfel hergestellt, und zwar in den Mischungen:

1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 8 Teile Kies	
1 » » 4 » » 7 » »	
1 » » 5 » » 6 » »	
1 » » 6 » » 5 » »	
1 » » 7 » » 4 » »	

Der Beton wurde in Würfel von 20 cm Seitenlänge gebracht und kräftig eingestampft, wobei sich die feste Masse im Rauminhalt auf 67,7 vH der losen verminderte. Diese Würfel wurden, nachdem sie 15 Tage unter Wasser und 25 Tage im Trocknen erhärtet waren, im Laboratorium der Technischen Hochschule Charlottenburg geprüft und ergaben folgende mittlere Festigkeiten:

1:3:8	102 kg/qcm
1:4:7	108 »
1:5:6	102 »
1:6:5	90 »
1:7:4	82 »

Mit dem Vorherrschen des Sandes nahm also die Festigkeit ab, die sich für die untersuchten Würfel im Mittel auf 97 kg/qcm stellte. Da nun die größte Beanspruchung des Betons nicht über 11 kg/qcm hinausgeht, so konnte auf die

c) Bruchstein für die Betonverkleidungen und Hintermauerungen bis Auflagerhöhe:

1/2 Teil Zement, 1 Teil hydraulischer Kalk und 5 Teile Sand.

Die einzelnen Bestandteile des Mörtels wurden jeweils vorher genau gemessen und dann trocken vorgemischt, hierauf das erforderliche Wasser zugegeben.

d) Für die Verfugungen wurde der Mörtel in 1 Teil Zement und 1 Teil Sand gehalten; später wurde die Hälfte des Zements durch hydraulischen Kalk ersetzt.

B) Eisen.

Das Eisen für die Senkkasten, Spundwände und die Ueberbauten der Strom- und Flutöffnungen ist der Hauptsache nach basisches Thomas-Flusseisen. Formstahl hat Verwendung gefunden zur Herstellung des größten Teiles der Auflager, Schmiedestahl für die Pendel der beweglichen Lager und Gusseisen für einige besonders schwach beanspruchte Lagerplatten der festen Auflager, welche die Drücke den Auflagerquadern zu übermitteln haben.

Die Herstellung und Bearbeitung des Eisens wurde nach den kgl. preussischen Bedingungen vorgenommen, die für die Abnahme gelten; doch sind dabei folgende Zusatzbedingungen vertragsmäßig vereinbart worden:

1) Ursprung und Erzeugung des Eisens.

Die Unternehmerin des Eisenwerkes hat einen Teil des Eisens im eigenen Walzwerke hergestellt, im übrigen die Winkel-, Flach- und Formeisen in Thomas-Material vom

Aachener Hütten-Aktienverein Rote Erde bei Aachen, die Bleche in gleichem Material und die Gusstahlteile für die Auflager usw. vom Hoerder Verein, die Auflagerpendel in Siemens-Martin-Schmiedestahl von den Westfälischen Stahlwerken in Bochum und das Gusseisen von der Niederrheinischen Hütte in Duisburg bezogen.

Für das gesamte Eisen einschließlich des Nieteisens und der Lager blieb es dem Unternehmer überlassen, das Verfahren der Herstellung zu wählen. In jedem Falle war aber vor der Bearbeitung des Eisens dem Abnahmebeamten eine schriftliche Bescheinigung auszuhändigen, aus welcher die Bezugsquelle und die Erzeugungsart zu ersehen waren. Das Attest musste Auskunft geben, wo und wie das Material erzeugt war, im besondern, ob es auf dem Herde, in der Birne oder im Tiegel, auf saurem oder basischem Wege hergestellt war.

2) Güteprüfung seitens des Hüttenwerkes.

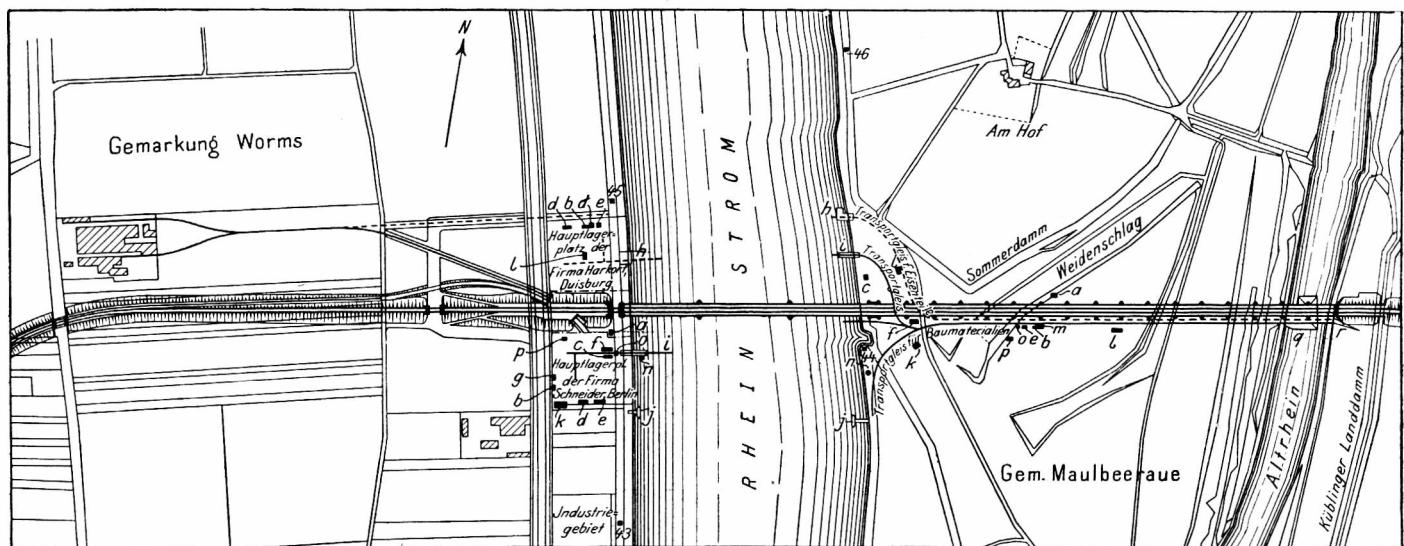
Für die Abnahme wurde eine Prüfung nach Sätzen vereinbart. Zu dem Ende hatte die Hütte aus jedem Einsatz einen Probekblock zu gießen und ihn einem Härtingsbiede- und einem Ausbreitversuch zu unterwerfen. Bei dem Härtingsbiedeversuch musste die sofort unter dem Schellhammer zu einem quadratischen Stabe von 17 mm Seitenlänge ausge-

Spezifikation unter Verteilung auf die einzelnen Einsätze mit roher Gewichtsangabe, die Analyse und die Proben eines jeden Satzes vorzulegen. Jedoch stand dem Beamten auch das Recht zu, sich diese Kenntnis durch Einsichtnahme in die Aufzeichnungen des Hüttenwerkes oder durch Anwesenheit bei den Proben im Stahlwerk oder Laboratorium unmittelbar zu verschaffen.

3) Güteprüfung seitens des Abnahmebeamten.

Erst nachdem die Hütte die unter 2) angegebene Vorprüfung vorgenommen, die genannten Bescheinigungen dem Abnahmebeamten übergeben und das Material nach der Außenbesichtigung zur Abnahme sortiert hatte, besichtigte der Abnahmebeamte das fertige Material und wählte die Proben mit der Maßgabe aus, dass aus jedem Satz 3 Stück, höchstens jedoch von je 2000 kg oder angefangenen 2000 kg desselben Walzprofils ein Stück, entnommen und zu den Proben verwendet werden durften. Von jedem Einsatz musste aber wenigstens ein Stück diesen Prüfungen unterworfen werden. Entsprachen alle Proben den gestellten Vorschriften, so galt das zugehörige Material als abgenommen. Für jede nicht genügende Probe durften aus der betreffenden Materialmenge 2 neue Proben entnommen werden. Entsprach eine derselben wiederum den Anforderungen nicht, so konnte das Material verworfen werden.

Fig. 6.



- | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------------|
| a) Büreaus der Bauleitung | f) Zement- und Kalkschuppen | j) Anlagestelle des Uebersetzbootes | o) Hochliegender Wasserbehälter |
| b) Büreaus der Bauunternehmung | g) Pferdestall [Eisenteile] | k) Kantine [usw.] | p) Abort [des Altrheinpfeilers] |
| c) Maschinenhäuser | h) Gerüst und Ueberladekran für | l) Lagerschuppen f. Eisenteile, Nieten | q) Aufgeschüttelter Damm z. Fundirung |
| d) Magazine [ner usw.] | i) Gerüst und Ueberladekran für | m) Küche und Essraum für die Arbeiter | r) provis. Ueberbrückung während der |
| e) Werkstätten (Schmiede, Schrei- | Baumaterialien | n) Pumpstation für die Wasserleitung | Bauzeit |

schmiedete, in kaltem Wasser abgekühlte Probe sich zusammenschlagen lassen, bis beide Schenkel, ohne Risse zu bekommen, dicht auflagen. Bei dem Ausbreitversuch (Rotbruchprobe) musste sich die auf 17 mm Seitenlänge ausgeschmiedete Probe mit der nach einem Halbmesser von 15 mm abgerundeten Hammerfinne auf die ungefähr 5fache Breite ausplatteln und es mussten sich die Ränder scharf ausschlagen lassen, ohne Risse zu bekommen.

Ferner war eine Analyse von jedem Einsatz zu machen, die den prozentualen Gehalt an Kohlenstoff und Phosphor angibt. Kein Block eines Satzes, der danach einen höheren Phosphorgehalt als 0,07 vH zeigte, durfte zur weiteren Verarbeitung für den vorliegenden Zweck zugelassen werden.

Sämtliche Blöcke ebenso wie die Versuchs- und Walzstücke wurden mit der gleichen Nummer warm gestempelt, sodass jederzeit ohne Schwierigkeit festzustellen war, zu welchem Einsatz jedes Stück gehörte. Wenn die Walzerzeugnisse in sehr kleine Stücke zerschnitten wurden, so waren nur die ganzen Walzstücke zu stempeln, welche als solche gemäß Absatz 3 vorzulegen waren. Vor der Prüfung waren dem Abnahmebeamten ein Verzeichnis sämtlicher Satznummern des an dem Tage zur Abnahme gestellten Materials, dessen

C) Eichenholz.

Für den Brückenbelag ist durchweg Eichenholz bester Güte verwendet worden, und zwar wurden die Eisenbahnschwellen mit Zinkchlorid und Teeröl, alles übrige Holz mit Zinkchlorid nach dem Burnettischen Verfahren in der hierzu geeigneten Anstalt zu Speyer getränkt. Die Lieferung und Tränkung des gesamten Holzes hatte die Firma Gebr. Himmelsbach in Freiburg i/B. übernommen.

VI. Lagerplätze und Zufuhrwege.

Die Bauverwaltung konnte den Unternehmern Lagerplätze kostenfrei nur auf dem rechtsrheinischen Vorlande im nächsten Bereich der Brücke überlassen (s. Fig. 6). Diese Seite des Stromufers ist aber nicht hochwasserfrei, sodass nur eine beschränkte Ausnutzung möglich war und die Hauptlager auf dem hochwasserfreien linksrheinischen Ufergelände eingerichtet werden mussten. Das Rheinufer ist daselbst befestigt, mit Treppen versehen, überhaupt als liegender Kai angelegt, sodass die Ueberladung bequem bewerkstelligt werden konnte. Längs des Ufers liegt der sehr selten benutzte Leinpfad und neben ihm die städtische Uferbahn, die sich noch wesentlich über die Brückenbaustelle hinaus erstreckt. Ferner ist das

von dem Ufergleis landwärts berührte Gelände im Besitz der Stadt Worms, war mithin zu einem mäßigen Preise zu pachten, sodass also viele Gründe für die Anlage der Hauptlagerplätze auf dem linken Rheinufer sprachen. Hier wurden ferner die Schmieden, Zementschuppen, Maschinenhäuser, Bureau, Kantine usw. aufgestellt. Am Ufer oberhalb der Brückenbaustelle befand sich das Ueberladegerüst der Firma R. Schneider für die mit der Bahn angekommenen, nach dem

rechten Ufer zu bringenden Werksteine aus den Pfälzer, rheinischen und badischen Brüchen, sowie für den Zement. Das Gerüst trug ein Gleis von 1250 mm Spur, auf dem eine auf einem Wagen montierte, von Hand betriebene einfache Winde von 8 t Tragfähigkeit lief, mit welcher die Steine und der Zement von den Eisenbahnwagen oder den Lagertransportwagen nach dem Schiff verbracht wurden.

Unterhalb der Brücke stand das Ueberladegerüst der Gesellschaft Harkort für die ankommenden und überzusetzenden Eisenteile. Das Gerüst trug einen von Hand bewegten einfachen Kran von 10 t Tragfähigkeit und war mit dem Lagerplatz durch ein Transportgleis von 650 mm Spur verbunden. Am rechten Rheinufer waren ähnliche Gerüstbauten unterhalb der Brücke angelegt, von denen aus die Transportgleise sich nach der oberen Seite der Brückenbaustelle auf die ganze Länge derselben erstreckten. Längs oder in der Nähe des Gleises wurden ebenfalls eine Werkstätte, Pumpstation, Behälter, Koch- und Essräume für die Arbeiter, Aborte usw. zur Aufstellung gebracht, wie das der Uebersichtsplan, Fig. 6, zeigt. Zwischen den Gleisen und seitlich von ihnen unterhalb der Brücke befanden sich die Lagerplätze für das Kies- und Sandmaterial sowie für die Eisenteile der Flutöffnungen und der rechtsrheinischen Stromöffnung. Das Bruchsteinmaterial, welches aus den hessischen Brüchen des Neckarthaales durch Schiffe angebracht wurde, lagerte zunächst am Ufer in der Nähe des rheinaufwärts befindlichen Transport-

gleises, während die Werksteine sogleich in die Nähe des betreffenden Pfeilers gebracht wurden.

VII. Die Pfeilerbauten.

Die Einrichtung der Gesamtbaustelle mit ihren Lager- und Arbeitsplätzen, Transportgleisen und Kranen, Magazinen, Schuppen und Bureaugebäuden geht aus dem vorhergehenden Abschnitt hervor.

Fig. 7.

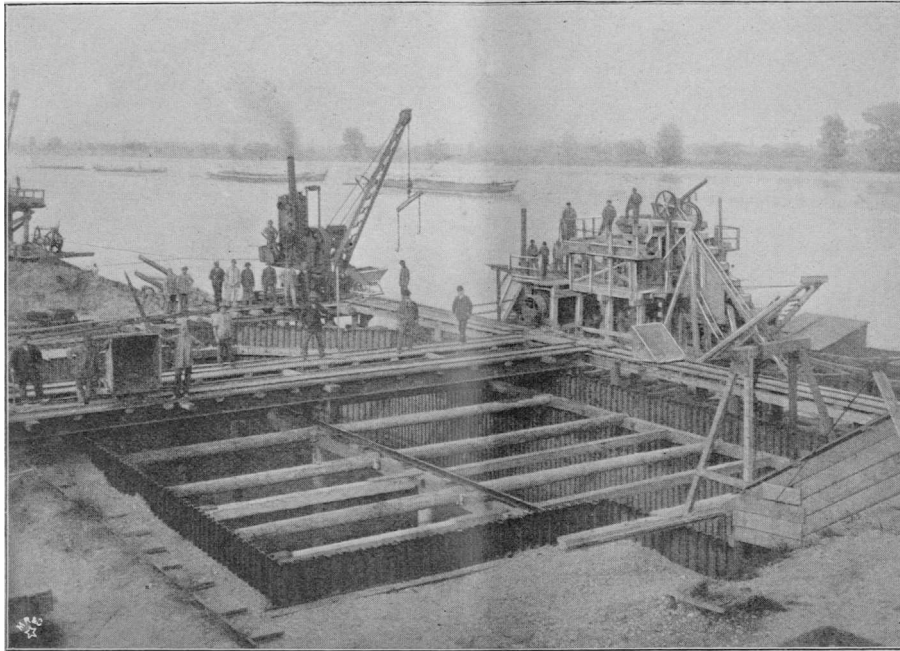
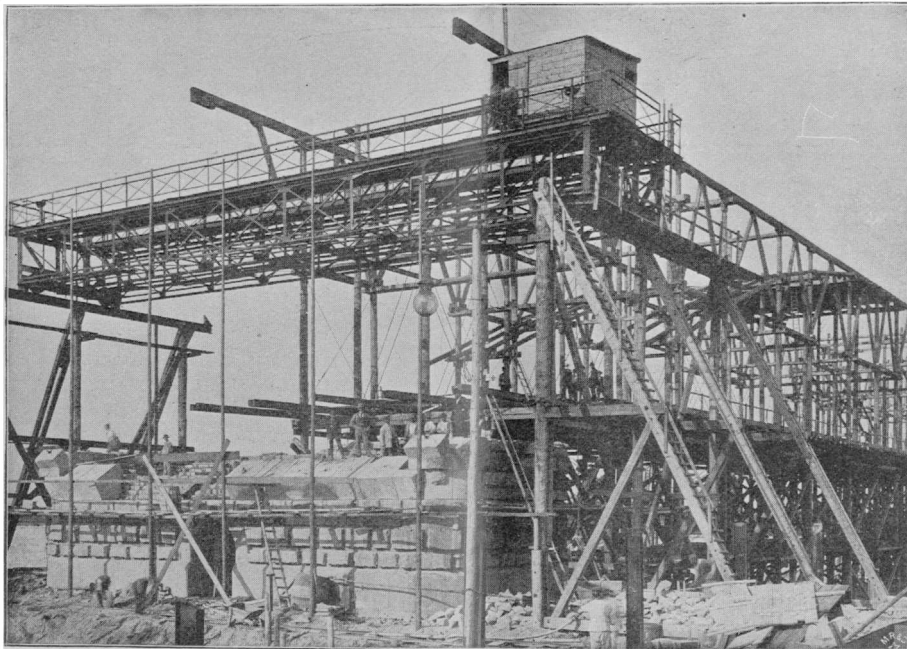


Fig. 8.



a) Der linksseitige Landpfeiler: Bauwerk 2, Fig. 7 bis 10.

Der Aushub der Baugrube über der Spundwand von + 92,2 bis zur Tiefe von 90,1 erfolgte anfangs mittels Wurfes und Schiebkarren, später mit Hilfe von Kippwagen, die auf einem Gleis mit 60 cm Spur von Pferden gezogen wurden.

Zwischen den Spundwänden wurde der Boden in der Weise entfernt, dass die gefüllten Kippwagen, die sich in der Baugrube auf Gleisen bewegten, nach einer bestimmten Stelle in der Grube gebracht, dort durch einen Dampfkran hochgezogen, auf die Fördergleise abgesetzt und alsdann teils durch Pferde, teils durch Arbeiter nach den Ablagerungstellen befördert wurden (Fig. 7).

Für die 5 m hohe Spundwand hatte man anfangs Holzbohlen von 13 cm Stärke ins Auge gefasst. Es ergab sich aber durch Schlagen von Probepfählen, dass das grobe Geschiebe des Untergrunde; die Holzpfähle nicht durchliefs, und infolgedessen sah man sich genötigt, eiserne Spundwände

in Anwendung zu bringen. Um den Bau bei dem damaligen hohen Wasserstande nicht aufzuhalten, wurden die eisernen Pfähle 7,5 m lang gewählt und mit der Spitze auf + 82,6 NN hinabgetrieben. Man benutzte die Normalprofile I-Eisen 13 und 20, wobei erstere quer zur Grube, d. h. senkrecht zur Wandfläche geschlagen wurden, und es ergab sich eine nahezu wasserdichte Wand. Die eiserne Spundwand wurde mit denselben Dampfrahmen geschlagen wie die hölzerne, nur wurde die Fallhöhe des Bärs etwas vergrößert. Die tägliche

Leistung betrug 2,5 m fertige Spundwand. Im landseitigen Teile der Baugrube lag die Spundwandoberkante auf + 90,1, an der Stromseite mit Rücksicht auf die zurückfallende Böschung des Ufers nur auf 88,83 NN.

Die Ausbetonierung (1:3:6) des unteren Fundamentteiles von 84,6 bis 87,6 NN geschah, weil mittlerweile niedriger Rheinwasserstand eingetreten war, im Trocknen unter kräftigem Stampfen. Der Beton wurde wie bei den Stropfweilern zubereitet. Die Grube konnte mit einer Dampfmaschine, die etwa 17 ltr/sek förderte, wasserfrei gehalten werden. Die Leistung betrug bei 30 Arbeitern 90 cbm, d. i. 3 cbm pro Arbeiterschicht.

Von 87,60 NN bis 92,02 NN wurde Stampfbeton (1:4:7) zwischen die Spundwände und weiterhin eingebracht; über + 90,1 NN begann die Ansetzung des äußeren Ringmauerwerkes (Bruchstein) und die Ausbetonierung zwischen demselben.

An der Stromseite, an welcher sich der vorspringende Leinpfadumgang befindet, entfiel das Ringmauerwerk; der Beton wurde daselbst schon von + 88,83 ab durch Schichtsteine aus rauher Basaltlava verblendet.

Der Aufbau des Pfeilers vollzog sich mit Hilfe einfacher auf einander gesetzter seitlicher Gerüste (Fig. 8), auf denen sich für die Versetzungen und Betonauflüge bis zur Fahrbahnhöhe ein eiserner Kranträger auf Rollen bewegte; die auf einem Gleis verschiebbare Kranwinde hatte elektrischen Antrieb. Für den eigentlichen Turm über Fahrbahnhöhe wurde später ein eiserner auf Schienen laufender Bockkran auf das Gerüst gebracht, mit welchem das ganze Bauwerk bis Dachfirsthöhe aufgeführt werden konnte.

Die Umfangsmauern sind bis zum Sockel, die stromseitige Pfeilervorlage bis Auflagerhöhe mit Basaltlava, weiterhin mit Sandstein verblendet und durchgängig mit Sandsteinbruchsteinen hintermauert. Die Verkleidung des Sockels und der Vorlage ist außen scharriert, die übrige in

rauen Bruchstein gehalten.

Die inneren Querwände des Turmes sind in rauhem Bruchsteinmauerwerk, die inneren Gewölbe in Klinkermauer-

werk ausgeführt. Das Gewölbe über der Brückenfahrbahn besteht aus Sandsteinquadern und ist nach außen mit kräftigen Rundstabprofilierungen abgeschlossen (Fig. 9 und 10).

Die Fenster- und Thürumrahmungen sowie die Bekrönungen sind in Sandstein-Hausteinen

scharriert gehalten. Ueber die den Fußweg auf Fahrbahnhöhe um den Pfeiler führenden Konsolen wird das Erforderliche bei der Besprechung des linksrheinischen Endwiderlagers weiter unten mitgeteilt.

Das Dach hat hölzernen Stuhl und ist auf einfacher rauher Schalung mit rheinischen Schiefeln in deutscher Deckart abgedeckt. Die oberen Teile der äußeren Turmwände sind mit demselben Schiefer übergreifend verkleidet.

Der Turm trägt einen Blitzableiter mit 2 Haupt- und 4 Nebenauffangstangen,

letztere über den Seitentürmchen. Die Ableitung aus einem 12 fach gewundenen Kupferseil ist, mit dem Schienenstrange verbunden. Die inneren Räume im Erdgeschoss sind nach außen mit einer Thür abgeschlossen und sollen als Magazine benutzt werden. Von den beiden Räumen auf Fahrbahnhöhe dient der eine zu ähnlichen Zwecken, der andere als Aufenthaltsort für den Brückenwärter, zu welchem Behufe er mit einem nach oben durchgehenden Kamin versehen ist. Im Obergeschoss sind die Räume mittels eiserner Treppenleitern zugänglich gemacht und sollen als Aufbewahrungsorte für die Eisenprobestäbe benutzt werden.

b) Der rechtsseitige Landpfeiler: Bauwerk 5, Fig. 11.

Für diesen Landpfeiler gilt im allgemeinen dasselbe wie für den linksseitigen. Doch war hier keine eiserne Spundwand erforderlich, weil die hölzerne mit einer Pfahlänge von 7 m und 15 cm Stärke, wenn auch nur unter Zuhilfenahme von Wasserspülungen, eingeschlagen werden konnte. Die tägliche Leistung belief sich auf rd. 1,5 m fertige

Spundwand. Die Oberkante der Spundwand liegt auf + 88,10 NN, die Spitze geht bis + 81,10 hinab.

In den unteren Teilen musste die Baugrube hier durch Greifbagger unter Wasser ausgehoben werden. Die tägliche

Fig. 9.

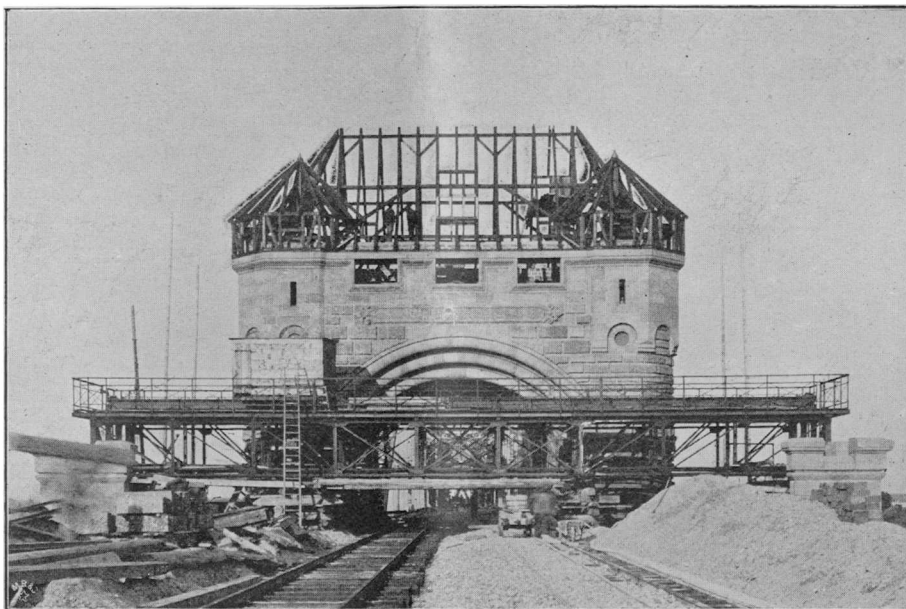
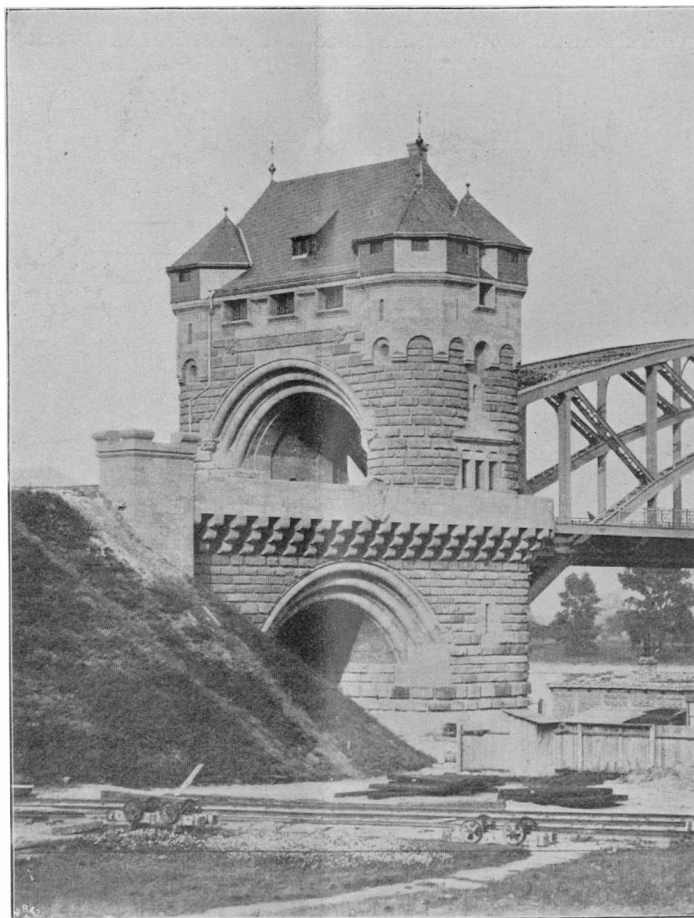


Fig. 10.



Leistung des mit Dampf betriebenen Greifbaggers betrug 74 cbm, wozu 18 Arbeiter erforderlich wurden, sodass auf 1 Arbeitsschicht 4,1 cbm entfielen. Da während der Gründung hohe Rheinwasserstände vorherrschten, musste eine Dampf-pumpe in Betrieb gehalten werden, damit das Wasser der Baugrube nicht über die Spundwand hinwegtrat. Der Pfeiler ist in der Tiefe von + 83,10 NN abgesetzt. Der Fundamentbeton (1:3:6) wurde ununterbrochen vom hochliegenden Gerüst aus unter

Wasser eingebracht. Er wurde auf dem Lande in der Nähe des Pfeilers von Hand gemischt, in Kippwagen nach der Grube verbracht und mittels Dampfkranes auf das Betonirgerüst abgesetzt und in die Betontrichter abgestürzt. Die tägliche Leistung mit 48 Arbeitern einschließlich des Heizers, Maschinisten usw. betrug 70 cbm Beton, d. h. pro Arbeiter und Tag 1,45 cbm.

Außen wurden der Beton und das Ringmauerwerk bis zur Vorkopfhöhe mittels scharirter Basaltquader verblendet.

In diesem Pfeiler befindet sich stromaufwärts eine Treppe aus Kunststeinen auf eisernem Trägergerüst, die den Brückenfufsweg mit dem rechtsrheinischen Vorlande verbindet. Auch führt auf dieser Turmseite eine eiserne Treppenleiter zu den oberen Räumen.

Stromabwärts ist der Raum auf Fahrbahnhöhe für militärische Zwecke zur Verfügung gehalten.

c) Die Strompfeiler: Bauwerke 3 und 4, Fig. 12 bis 19.

Die Ausführungsweise ist bei beiden Strompfeilern die gleiche. Da überdies der Bauvorgang und -fortschritt aus den graphischen Darstellungen, Fig. 18 und 19, S. 14, hervorgeht, bleibt nur wenig hinzuzufügen.

Die eisernen Senkkasten, Fig. 12, wurden auf festen Gerüsten in der Weise montiert, dass zunächst die Querträger mit den Konsolen vernietet, aufgerichtet und durch die Längsträger verbunden wurden; darauf folgte die Vernietung des außenliegenden Blechmantels und schließlich das Einziehen

der inneren Zugbänder zwischen denjenigen Konsolen, an welchen außen die Aufhängebänder zum Ablassen des Senkkastens angreifen sollten. Die Aufhängebänder waren derartig befestigt, dass sie später vom Innern des Senkkastens aus wieder gelöst werden konnten.

Nachdem der Senkkasten zu Pfeiler 3 gedichtet und mit der Aufhängung versehen worden war, wurde er an 16 Stück 8 cm starken, von Hand bedienten Gewindespindeln

soweit hinabgelassen, dass seine Schneide noch etwas über Wasser stand, und darauf zur Ausbetonierung der Konsolzwinkel der Arbeitskammer und der Decke geschritten. Der Beton hatte die Zusammensetzung 1:3:6 und wurde gut abgestampft. Sodann wurde das Fundamentmauerwerk der Pfeiler angesetzt, bestehend aus einem Ring von Sandstein-Bruchsteinmauerwerk und einem Kern aus Stampfbeton in 1:3:6. Auf eine Bruchsteinverzahnungsschicht entfielen immer 3 Betonschichten von rd. 26 cm Dicke.

Von etwa 0,4 m unter Flusssohle ab bis zum Hauptgesims trat an die Stelle des Mantelbruchsteinmauerwerkes eine Verblendung des Betons aus bossirten Basaltlavaquadern in den Vorköpfen und ausrauh scharirten Schichtsteinen desselben Materials an den Seitenflächen. Die Bekrönung der Pfeiler ist in scharirten Basaltlavaquadern einfach aber kräftig gehalten (Fig. 13 bis 15).

Die Quader wurden von einem auf dem Pfeilergerüst laufenden Bockkran aus mit Handwinde versetzt,

nachdem sie mittels eines Auslegerdampfkranes aus dem Transportprahm auf die Arbeitsplattform des Pfeilergerüsts und weiter mittels der dort verkehrenden Rollwagen an Ort und Stelle gebracht waren.

Kies und Sand für den Beton wurden, zuvor im richtigen Verhältnis gemischt, durch einen Elevator aus den Schutten unmittelbar in den Trichter vor der Mischtrommel gebracht, wo der Zement zugesetzt wurde. Diese Materialien wurden

Fig. 11.

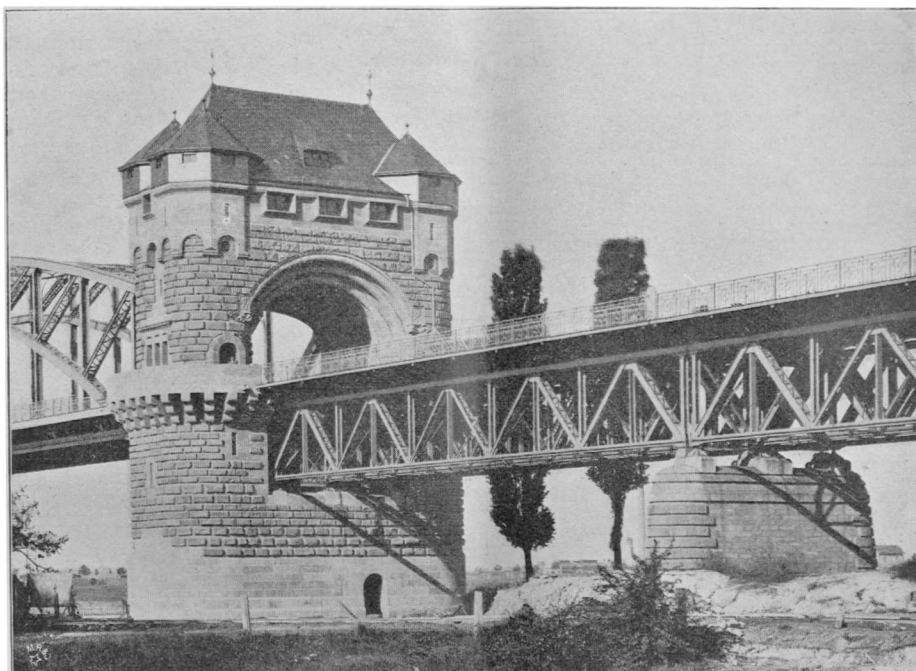
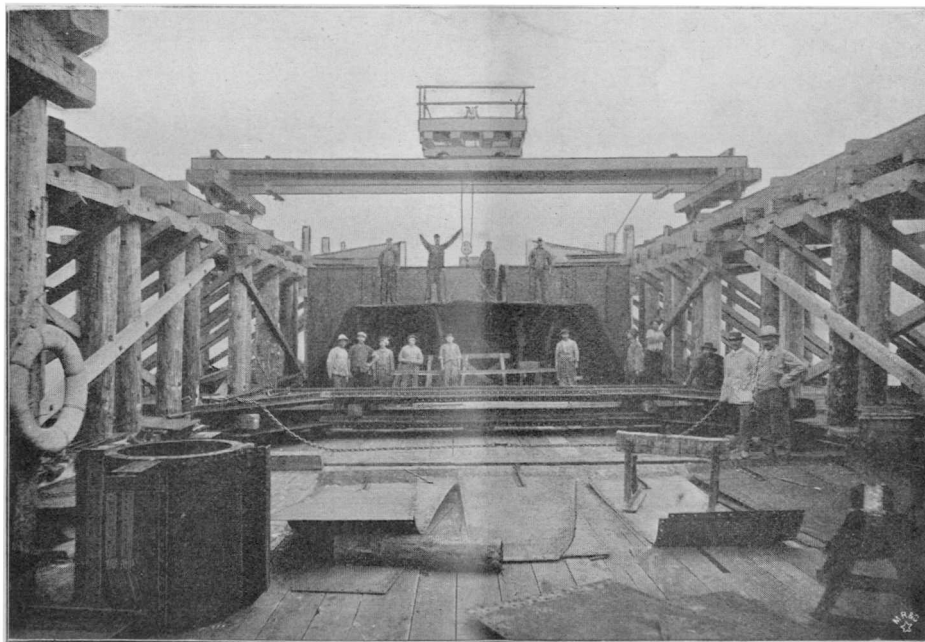


Fig. 12.



alsdann in der Mischtrommel trocken vorgemischt und darauf unter Wasserzugabe so lange bewegt, bis eine gleichmäßig schwach angefeuchtete Betonmasse erzielt war. Der fertige Beton lief aus der Trommel in die Rollwagen, die auf Gleisen von Hand nach dem Senkkastengerüst geschoben und dort entladen wurden.

Mit dem Fortschreiten des Mauerwerkes und der Absenkung des Pfeilers wurden der Förder- und der Einsteig-

Es möge hier eingeschaltet werden, dass die eigentlichen pneumatischen Arbeiten an beiden Strompfeilern von der Gesellschaft Harkort, die Maurerarbeiten hier wie bei allen übrigen Pfeilern von der Firma R. Schneider ausgeführt wurden. Die stets in einander greifenden Arbeiten waren so geteilt, dass die Gesellschaft Harkort die Lieferung des eisernen Senkkastens, sein Ablassen und Versenken in den Grund, den pneumatischen Aushub und die Ausfüllung der Arbeitskammer mit Beton unter Luft-

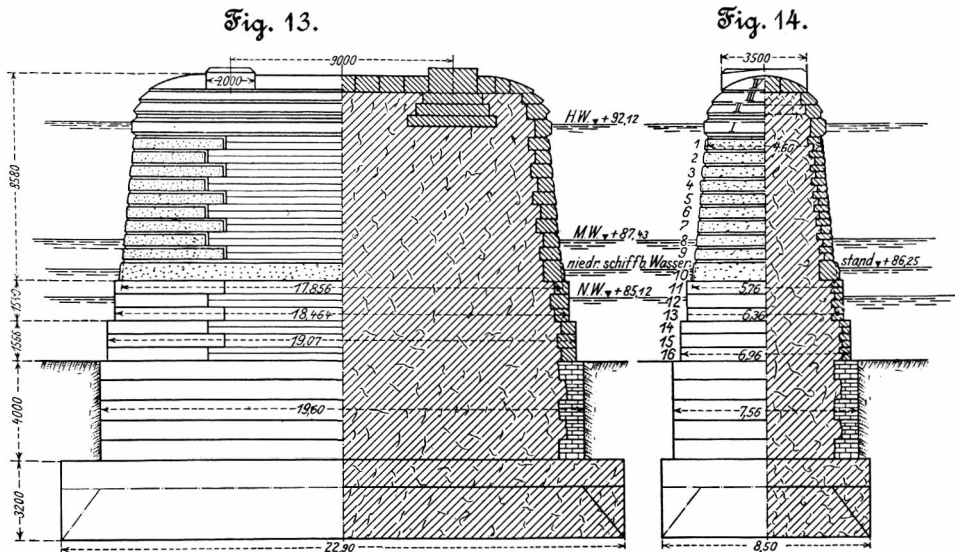


Fig. 15.

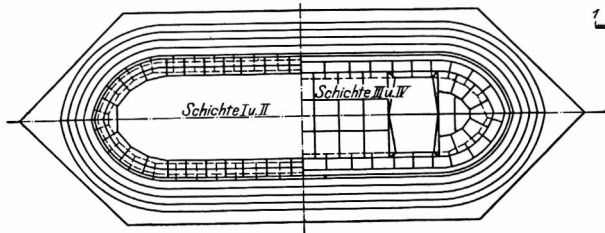
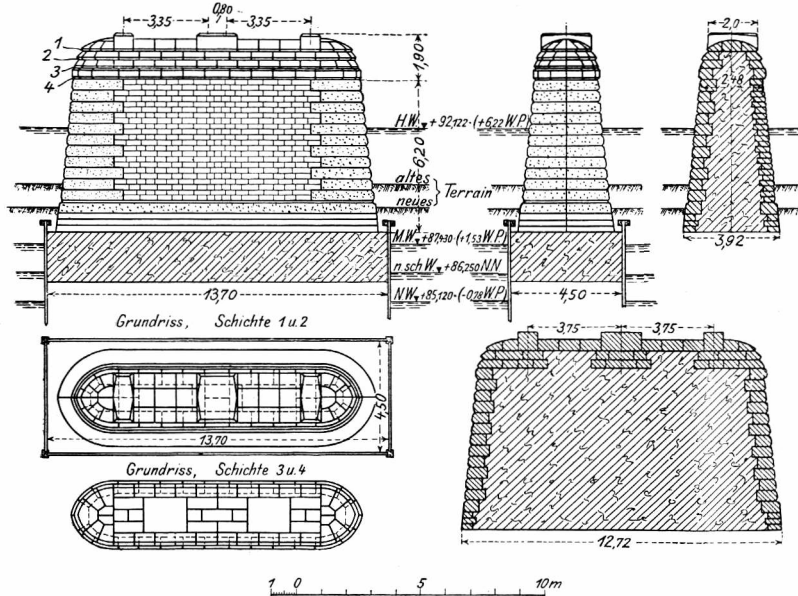


Fig. 13 bis 15.
Strompfeiler.

Fig. 20 bis 25. Flutpfeiler.



schacht durch Aufsetzen von Verlängerungsstücken entsprechend verlängert. Diese Schächte hatten 1 m und 0,8 m Dmr. und wurden, um sie später wieder beseitigen zu können, durch Mauerringe aus scharf gebrannten Klinkern gegen das Anhaften des Betons geschützt.

Nachdem der Senkkasten soweit in die Flusssohle eingedrungen war, dass er von selbst nicht weiter sank, wurden die beiden Luftschleusen aufgesetzt und die Kompressoren in Tätigkeit gebracht (Fig. 16 und 17).

Die gepresste Luft wurde den Luftschleusen teils durch Gelenkrohre von 150 mm Dmr., teils durch Gummischläuche von gleichem Durchmesser zugeführt. Die Luftschleusen waren mit allen Nebeneinrichtungen ausgestattet, die mit Rücksicht auf einen geregelten und sicheren Betrieb notwendig waren (Fig. 17). Zur Förderung des Aushubmaterials diente eine besondere, außen an der Luftschleuse angebrachte Dampfmaschine, welche eine innen liegende Seiltrommel in Bewegung setzte, mit der die Förderer hochgewunden wurden. Beleuchtet wurde die Arbeitskammer im Senkkasten durch elektrische Glühlampen, die gesamte Baustelle in den Abendstunden durch Bogenlampen, welche aus einer auf dem linken Rheinufer aufgestellten elektrischen Anlage gespeist wurden.

Im Senkkasten wurde mit dreimaligem Schichtwechsel, jedesmal mit 8 Arbeitern 8 Stunden lang, gearbeitet. Da die durchteuften Schichten vorzugsweise aus Kies und Sand bestanden, war die Luft im Senkkasten meist frisch und gut.

Nachdem der Senkkasten in der planmäßigen Absetztiefe angelangt war, wurden (wie später auch beim Strompfeiler 4) drei Bohrungen vorgenommen, um die gleichmäßige Tragfähigkeit der Absetzschicht festzustellen. Es ergab sich dabei zunächst die Richtigkeit der früheren Bohrergebnisse sowie auch der gleichmäßige Verlauf der Schicht, welche aus mittelgroßem Kies bestand und beim linken Pfeiler 2,80 m, beim rechten wesentlich stärker war, sodass es unnötig erschien, ihre untere Grenze festzustellen.

Nun erfolgte die Ausbetonierung der Arbeitskammer des Senkkastens. Zunächst wurden einige wagerechte Schichten eingebracht und festgestampft und der innere Raum alsdann immer von den Vorköpfen nach der Mitte zu allmählich geschlossen. Zur Erhaltung einer mäßigen Temperatur und guter Luft wurde die Sohle unter dem Förderschacht so lange als möglich offen gehalten. Der Schluss der Betonirung erfolgte unter einem Luftdruck von $1\frac{3}{4}$ Atm.

Nach Abnahme der Luftschleusen und Schachtröhre wurde die Ausbetonierung des Mauerwachtes in 1:3:6 bis zum Wasserspiegel anfangs unter Wasser, später im Trocknen

ausgeführt. Sämtliche Arbeiten unter Luftdruck verliefen ohne Unfall. Es war dies hauptsächlich den einfachen und soliden Einrichtungen der Gesellschaft Harkort und dem gut konstruierten Gründungsgerüst zu verdanken, welches in Fig. 16 dargestellt ist.

d) Die Flutpfeiler: Bauwerke 6 bis 21, Fig. 20 bis 27.

Alle Flutpfeiler wurden in offener Baugrube gegründet. Zunächst wurde der Boden über dem Fundament bis zur Höhe der Spundwandoberkante beseitigt, alsdann die mit Pfahlschuhen versehenen Pfähle der hölzernen Spundwand mittels Dampf-ramme geschlagen, der Boden zwischen den Spundwänden ausgehoben und schließlich der Beton 1:3:6 eingebracht. Die Ramme stand dabei im Innern des von der Spundwand umschlossenen Raumes. Der Beton wurde, soweit es der Grundwasserstand erlaubte oder eine Dampfmaschine zur Wasserhaltung zureichte, trocken in Schichten von 0,3 m Höhe und unter kräftigem Stampfen eingebracht, in andern Fällen, wie bei den Pfeilern 15, 16, 19, 20 und 21, in üblicher Weise unter Wasser.

Bei den Pfeilern 16 u. 19 hatte sich in der Absetztiefe des Fundamentes, wie schon erwähnt, Schwimmsand von einer Mächtigkeit bis zu 5 m über dem festeren kiesigen Untergrunde gefunden. Es wurde daher nachträglich ein in die festeren Schichten reichender Pfahlrost angeordnet, dessen Oberkante unter dem tiefsten Grundwasserstande liegt.

In einem andern Falle (bei Pfeiler 11) musste bis 0,65 m unter der planmäßigen Sohle ausgehoben werden, um den Schwimmsand zu entfernen. Die sich dann noch zeigenden wenigen Wasseradern wurden dicht mit Mauersteinen ausgepackt. Der auf einer hölzernen Bühne neben den Pfeilern von Hand bereitete Beton wurde bei trockener Einbringung mittels Schiebkarren unmittelbar in die Baugrube abgestürzt, unter Wasser durch die bekannte bewegliche Trichtervorrichtung eingebracht. Mit der Aufmauerung wurde in der Regel nach 8 tägiger Erhärtungsdauer begonnen.

Zunächst folgten über dem Beton einige verzahnte Bruchsteinmauerschichten, die mit einem aus rau bossirten Basaltlavaquadern bestehenden, 0,5 m hohen Sockelbande abschlossen.

Der Pfeilerkern zwischen den Mauerringen wurde mit Beton 1:4:7 ausgestampft. Bis zum Hauptgesims wurde der Beton in den Vorköpfen mit Sandsteinquadern verblendet, die zwischen Kantenschlägen rau bossirt und rd. 0,45 m hoch sind, zwischen den Vorköpfen mit fein gespitzten Schichtsteinen von halber Quaderhöhe aus demselben Material. Das aus einem kräftigen Gurtbande bestehende Hauptgesims ist scharfirt, die Abdeckquader sind gespitzt und ebenfalls in Sandstein gehalten (Fig. 26).

Die Auflagerquader aus Granit sind glatt bearbeitet und zur besseren Druckverteilung mit besonders lagerhaftem und regelmäßigem Bruchsteinmauerwerk in 2 Schichten über Gurtbandoberkante untermauert.

Zum Versetzen der Steine usw. kamen eiserne Bockkrane mit Laufwinden zur Anwendung. Es wurden folgende täglichen Leistungen erzielt:

Einrammen von Spundwänden: 12 qm bei 17 Arbeitern;

Erdaushub zwischen den Spundwänden: 66 cbm bei 22 Arbeitern;

Fundamentbeton: 60 cbm bei 36 Arbeitern;

Mauerwerk und Beton im Aufbau: 7,5 cbm bei 10 Arbeitern. Der Verlauf des Baues eines Flutpfeilers, und zwar des Pfeilers 18, geht aus der graphischen Darstellung Fig. 27 hervor.

e) Die Endwiderlager: Bauwerke 1 und 22, Fig. 10.

1) Das linksseitige Endwiderlager schließt sich in der Ausführungsweise eng an den linken Landpfeiler (Bauwerk 2) an. Das bei diesem verwendete Versetzgerüst wurde landeinwärts über das Widerlager verlängert, sodass der fahrbare Windenträger das ganze linksrhein-

sche Bauwerk (1 und 2 kombiniert) bestrich.

Da sich in der planmäßigen Absetztiefe des Fundamentes Triebsand und Lehm vorfand (eine Untersuchung an dieser dem Bohrloch 1 so nahe liegenden Stelle war als vermeintlich überflüssig unterlassen worden), der außerdem von wasserhaltigen Schichten unterlagert war, so musste von der ursprünglich beabsichtigten Gründung in offener Baugrube abgesehen und zu einer solchen zwischen Spundwänden geschritten werden. Diese Spundwand wurde mit 3,5 m Pfahl-länge 10 cm stark von einem tief liegenden Gerüst aus geschlagen. Der Beton (1:3:6) wurde anfangs trocken, später

Fig. 16.

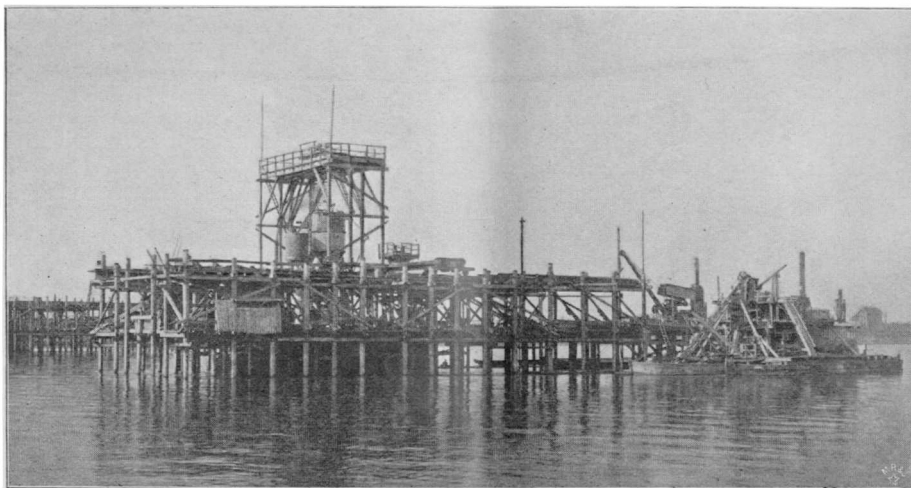
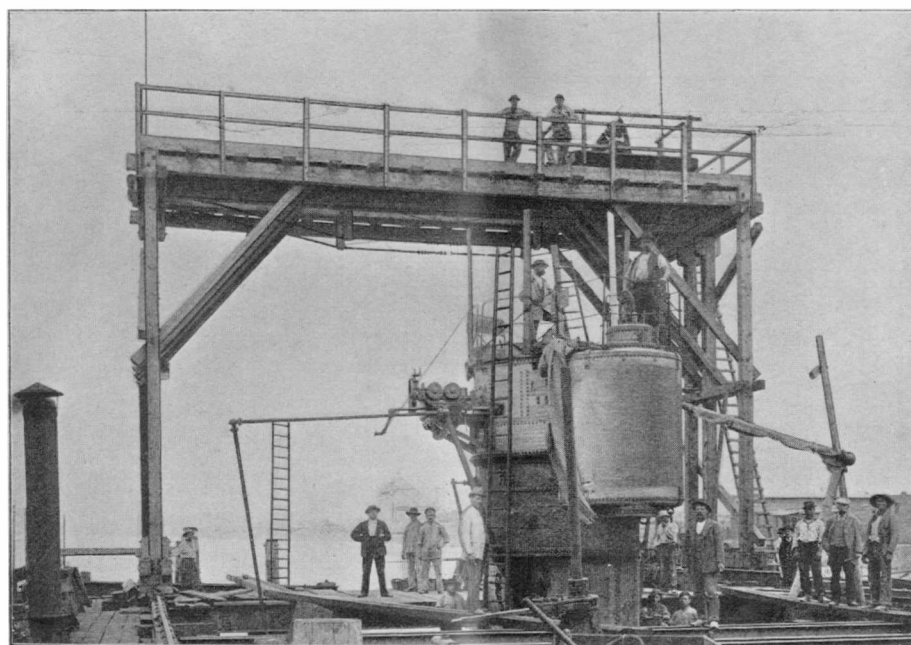


Fig. 17.



wegen hohen Wasserstandes unter Wasser eingebracht. Das Mischverhältnis wurde im ganzen Fundament bis zur Höhe + 88,1 beibehalten. Zwischen den bis + 92,02 reichenden Verkleidungs-Bruchsteinmauern verwandte man Beton in 1 : 4 : 7. Ueber der letztgenannten Höhe ist durchweg, d. h. auch in den Flügeln, Bruchsteinmauerwerk angeordnet.

Das Gewölbe für die Leinpfadöffnung von 8,85 m lichter Weite wurde auf einem starken, auf 52 Sandtöpfen ruhenden

die Unebenheiten ausgleichenden dünnen Zementschicht (1:1) abgedeckt, über welche vor der Verfüllung noch eine zweifache Lage Asphaltpappe gebracht wurde, um das Wasser möglichst wirksam vom Gewölbe und den schwächer geeigneten Mauerflächen abzuhalten. Damit in gleicher Weise das Sickerwasser von den Grundmauern ferngehalten würde, kam eine 0,5 m starke Lage Lehmschlag auf schräger, nach dem

Fig. 18.

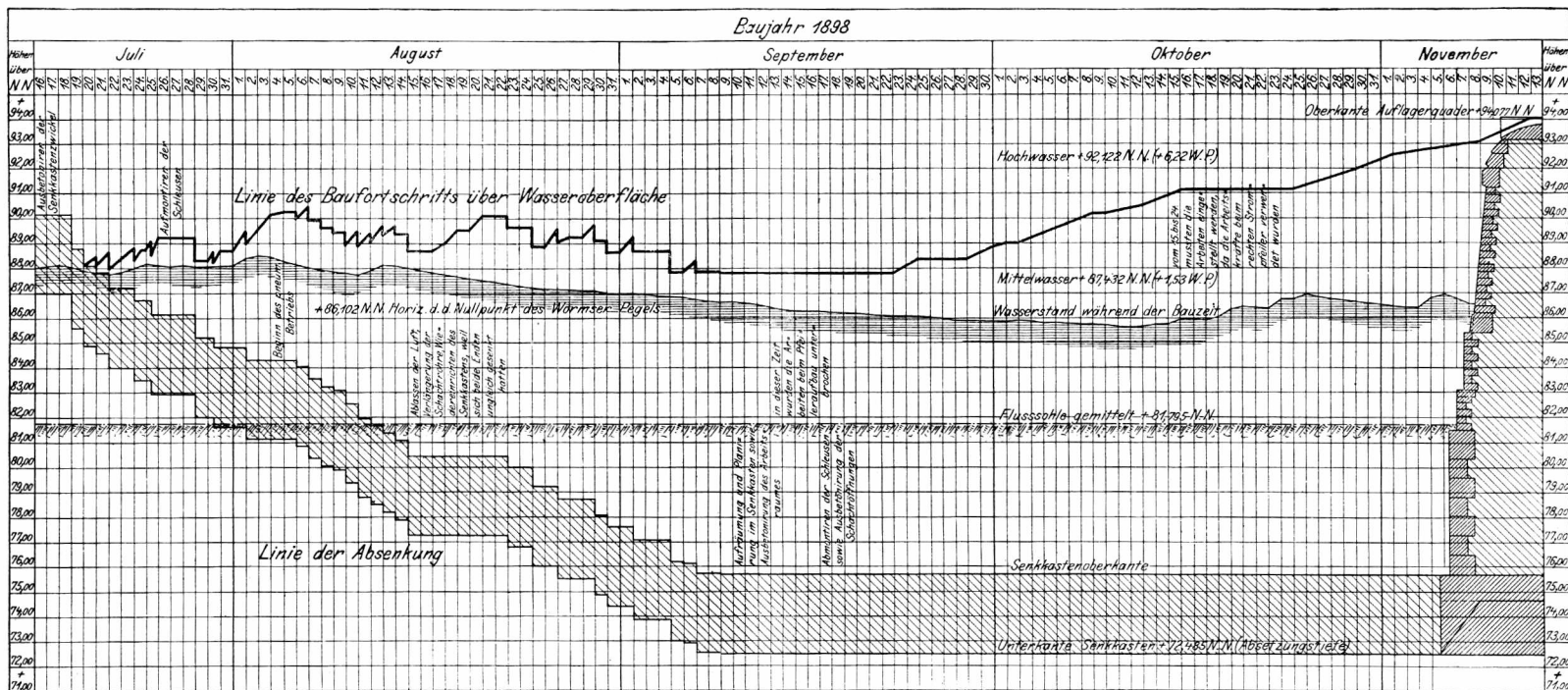
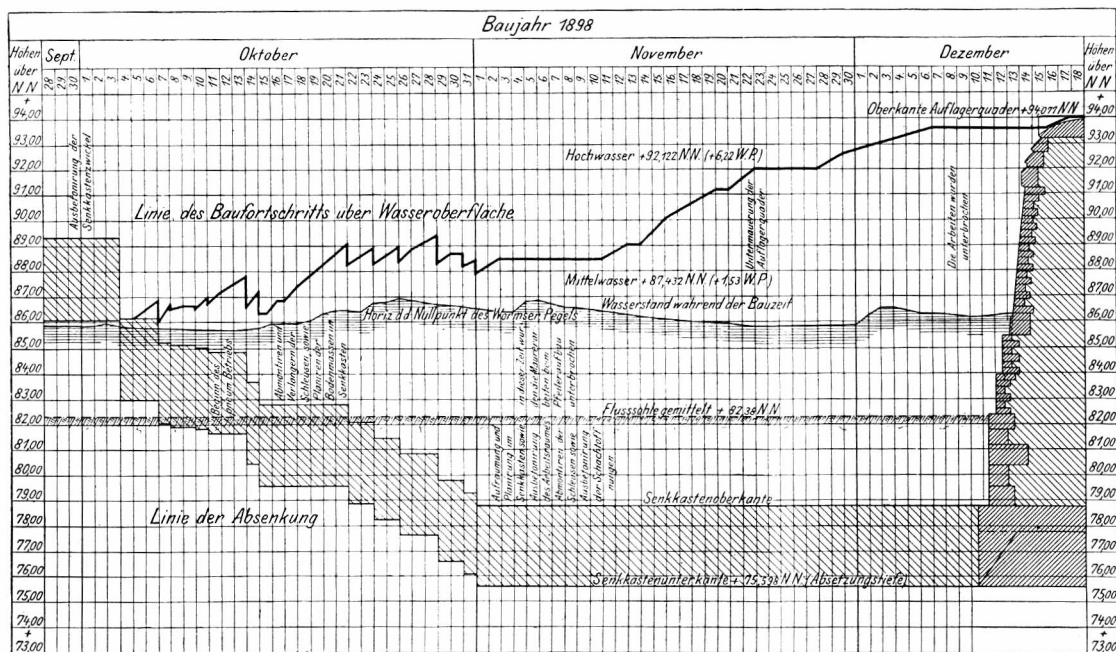


Fig. 19.



Lehrgerüst ausgeführt. In seiner Stirn- und unteren Ansichtfläche besteht das Gewölbe aus scharriren Sandsteinquadern, in der Hintermauerung aus scharf gebrannten Klinkern. Die Aufmauerung erfolgte von beiden Widerlagern aus, die Ausrüstung vor Schluss der Hintermauerung; dabei zeigte sich nur eine verschwindende Setzung.

Hierauf wurde die Oberfläche der Gewölbe und der Stirnmauer mit Backsteinen in Zementmörtel (1 : 2) und einer

anschließenden Bahndamme abfallender Ebene zur Ausführung.

Schwierigkeiten verursachte die Befestigung der 1,3 m weit ausladenden Konsolen unter der Hauptrüstung. Zur Erzielung der nötigen Tragfähigkeit mussten zunächst die beiden unteren Glieder aus einem einzigen sehr großen Stein hergestellt werden. Ferner war schon mit Rücksicht auf das Eigengewicht eine kräftige eiserne Verankerung jeder Konsole im darunterliegenden Mauerwerk an den Stellen erforderlich, die außerhalb des Bereiches der Pfeilertürme lagen.

Die in einem lichten Abstände von 0,72 m angeordneten Konsolen tragen zunächst Platten aus rauhem Sandstein und darüber eine 8 cm starke Betonschicht (1 : 4 : 7), in welcher in Zementmörtel (1 : 2) die 30 x 30 cm großen, 4 cm starken Fußwegplatten aus Zement verlegt sind. Diese Fußwegplatten erstrecken sich einerseits (landeinwärts) über

die beiderseitigen Bahnsteige des daselbst gelegenen Haltepunktes Worms-Rhein, anderseits über die Pfeilerumgänge hinweg bis zum Anschluss an die Fußwege der Eisenkonstruktionen.

Die Pfeilerbrüstungen sind in Sandsteinwerksteinen allerseits scharriert aufgemauert und mit einer einfachen profilierten Deckplatte abgedeckt.

2) Das rechtsseitige Endwiderlager ist im allgemeinen

in derselben Weise gegründet und aufgemauert wie die Flutpfeiler. Die hochgehenden Flügel- und Stirnmauern haben Bruchsteinmauerwerk mit Schichtsteinverblendung, in den Ecken Werksteinverblendung. Mit Ausnahme der Auflagerquader, welche wie überall aus Granit, und der Sockelschichten, die aus rauhen Basaltlavaquadern bestehen, ist das Bauwerk in Sandstein gehalten. Das einfache Hauptgesims besteht, wie die in Werksteinen ausgeführten Brüstungen, ebenfalls aus Sandsteinen.

Die Parallelfügel haben einen Anlauf von 1:10 und sind, soweit sie nicht der Böschungskegel des Bahndammes verdeckt, mit Schichtsteinen verblendet. Die oberen Abschrägungen der Flügel wurden mit einer 2 cm starken Zementabdeckung (1:1) versehen. Zum Schutz des tiefer liegenden Mauerwerkes und der Fundamente wurde auch hier ein nach dem Bahndamm abfallender 0,5 m starker Lehm Schlag angeordnet.

VIII. Die Eisenkonstruktionen der Brücke.

a) Höhenlage der Brücke.

Die örtliche Lage der Brücke und deren Verbindungen mit dem Bahnhofe Worms einerseits, den Bahnlagen Rosengarten-Lampertheim und Rosengarten-Hofheim andererseits, sind aus dem Lageplan, Fig. 1, zu erkennen.

Für die Einteilung der Brückenöffnungen, ihre Weite und Höhenlage waren in erster Linie die Rücksichten auf die Schifffahrt und sonstige Vorschriften der Rhein-Strombauverwaltung maßgebend, die im Bauprogramm und in den Bedingungen für den Wettbewerb mit folgenden Worten zum Ausdruck gebracht waren:

»Es ist wünschenswert, dass keine der Strombrückenöffnungen im Wasserspiegel, bei Mittelwasser (+1,530 WP = +87,632 NN) gemessen, eine geringere Breite als 90,0 m bietet. Es soll indessen gestattet sein, falls besondere Gründe, namentlich auch hinsichtlich der architektonischen Gestaltung des Entwurfes, eine Abweichung hiervon als zweckmäßig erscheinen lassen, die in der rechtsufrigen bzw. linksufrigen Oeffnung von der Korrektionslinie bis zum nächsten Strompfeiler sich ergebende Breite im Wasserspiegel bis zu einem Mindestmaß von 84,0 m einzuschränken.

Der Oberbau ist so anzuordnen, dass in einer jeden

Stromöffnung die lichte Höhe von mindestens 14,20 m WP über der Horizontalen durch den Nullpunkt des Wormser Pegels (100,302 NN) auf eine Breite von mindestens 42,00 m vorhanden ist.«

Zur Erzielung möglichst geringer Herstellungskosten und im Hinblick auf die genügende Längsentwicklung der beiderseitigen Anschluss- und Verbindungslinien konnte die vorgeschriebene Mindesthöhe von 100,302 NN für die Unterkante der Eisenkonstruktionen der Strombrücke festgehalten werden. Zuzüglich der Kon-

struktionshöhe der Stromüberbauten von 1,568 m (Maß von Unterkante der Eisenkonstruktion bis Unterkante der Schienen) und unter Berücksichtigung des Mittelwassergefälles zwischen den Brückenachsen B und C kam sonach hier die Schienenunterkante auf +101,820 NN Höhe.

Die rechtsseitigen Vorlandöffnungen wurden aus gleichen Gründen in die zulässig größte Neigung von 1:200 gelegt, woraus eisenbahntechnische oder sonstige Schwierigkeiten nicht erwachsen.

b) Einteilung der Oeffnungen.

Die Strombrücke besteht aus drei Oeffnungen, zwei seitlichen von 102,2 m Stützweite und einer mittleren von 116,8 m Stützweite, deren Mitte mit der Mittellinie des korrigierten Stromes zusammenfällt. Die zur Ausführung gewählten Trägersysteme sind Bogenfachwerke mit aufgehobenem Horizontalschub, die nur senkrechte Drücke auf die Pfeiler ausüben. Letztere konnten sonach verhältnismäßig schwach gehalten und damit ein Gewinn an Durchflussprofil erzielt werden. Um bei ungleichmäßigen Belastungen der einzelnen Oeffnungen die Pfeiler möglichst zentrisch zu beanspruchen, sind die Auflager zweier benachbarter Oeffnungen auf das kleinste Maß von 1,5 m zusammengerrückt.

Die getroffene Einteilung erfüllt die Bedingungen des Programmes in ausreichender Weise. Zunächst hat keine der Oeffnungen, im Wasserspiegel bei Mittelwasser gemessen, eine geringere Weite

Fig. 26.

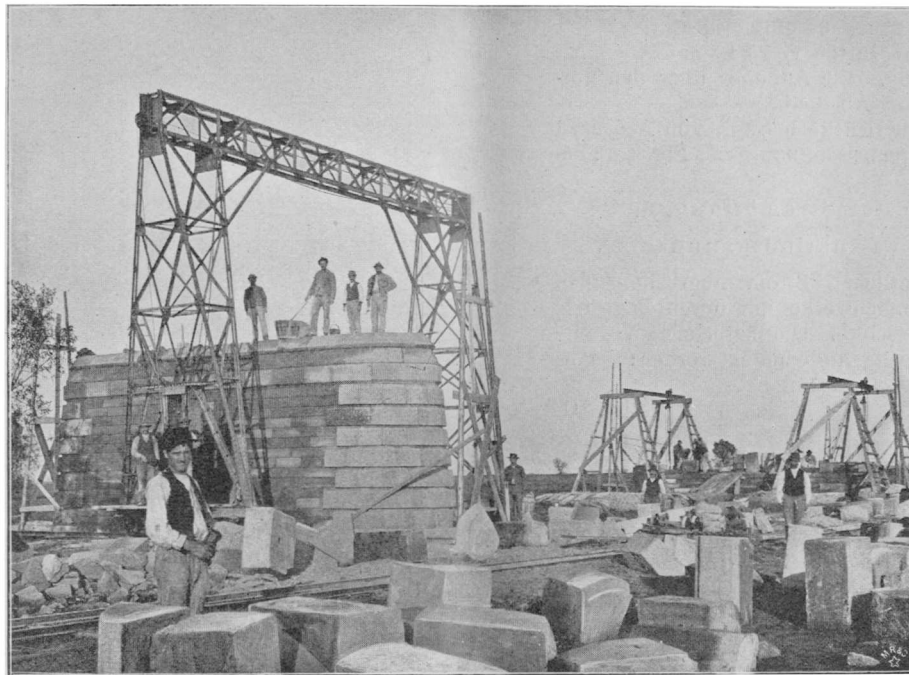
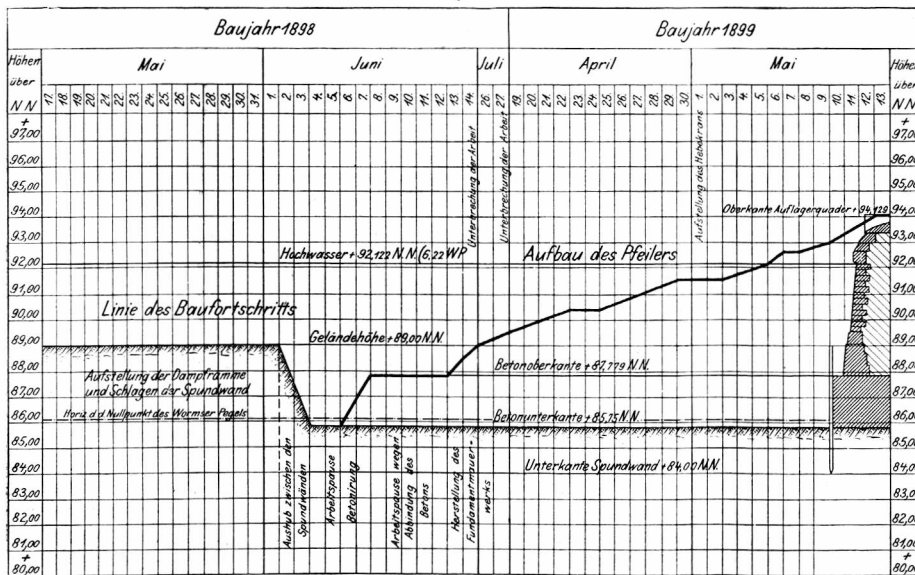


Fig. 27.



als 90 m; selbst die Seitenöffnungen weisen diese geringste Weite, bis zu den Korrektionslinien gemessen, auf. Auf beiden Stromseiten konnte zwischen der Uferkorrektionslinie und der flussseitigen Flucht der Landpfeiler ein Raum von etwa 10,0 m Breite freigelassen werden, und schließlich lassen die Ueberbauten in jeder Oeffnung die lichte Höhe von + 14,2 m WP = 100,252 NN in mehr als genügender Weise für die Schifffahrt frei.

Die Eisenüberbauten der Strombrücke sind zweigleisig ausgeführt.

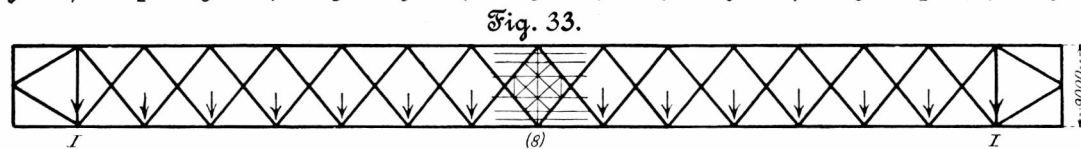
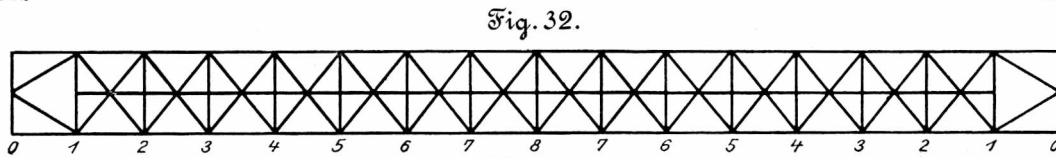
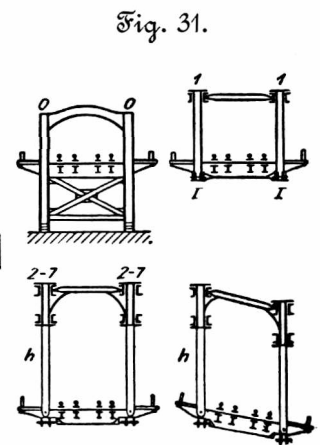
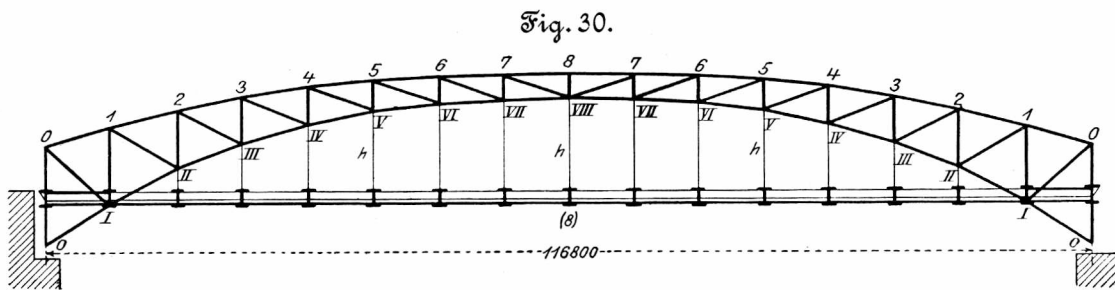
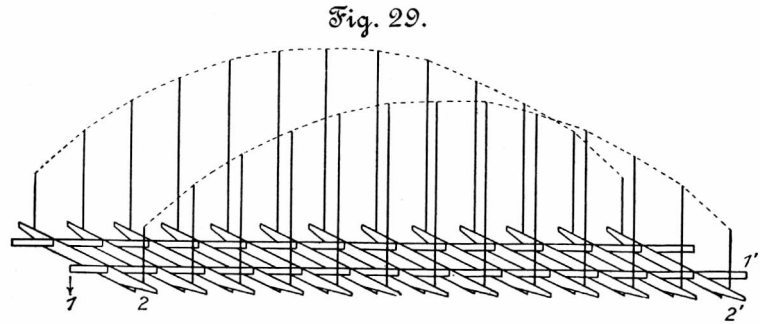
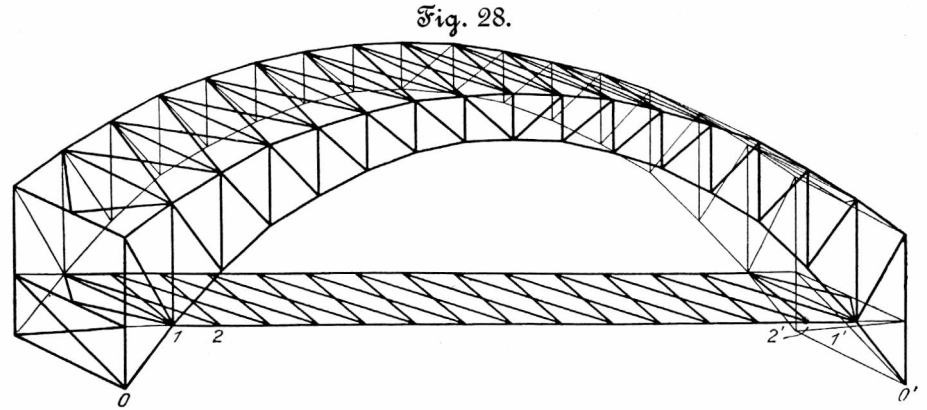
Die Ueberbrückung des rechtsseitigen Vorlandes ist in 17 Oeffnungen von 33 m l. W. eingeteilt, welche durch 34 eingeleisige Fachwerke mit parallelen Gurten von 34,5 m Stützweite überdeckt sind. Die Auflager über den Vorlandpfeilern haben 0,75 m Abstand.

Die Gesamtlänge der Brücke beträgt, von Achse zu Achse der Endauflager gemessen, 930,75 m, Fig. 4 und 5.

c) Konstruktion der Stromöffnungen.

1) Allgemeine Konstruktionsgrundsätze.

Die drei den eigentlichen Strom überbrückenden Ueberbauten sind Bogenfachwerke mit durch Zuggurte aufgehobenem Horizontalschub. Die materiellen Vorteile dieses Systems sind bereits angedeutet worden: da es



nur lotrechte Drücke auf die Pfeiler ausübt, so fallen letztere nicht breiter aus als bei einer gewöhnlichen Balkenbrücke.

Das System hat jedoch auch in schönheitlicher Beziehung viele Vorzüge; denn es weist architektonisch ansprechendere Linien auf, als man bisher bei Balkenbrücken gewohnt war, und zerschneidet nicht in dem Maße die Landschaft, wie es bei vielen älteren Brücken der Fall ist. Schließlich empfiehlt es sich auch in rein technischem Sinne; denn es gestattet wie kein anderes eine einwandfreie Durchbildung der Einzelheiten

Fig. 35 und 36.

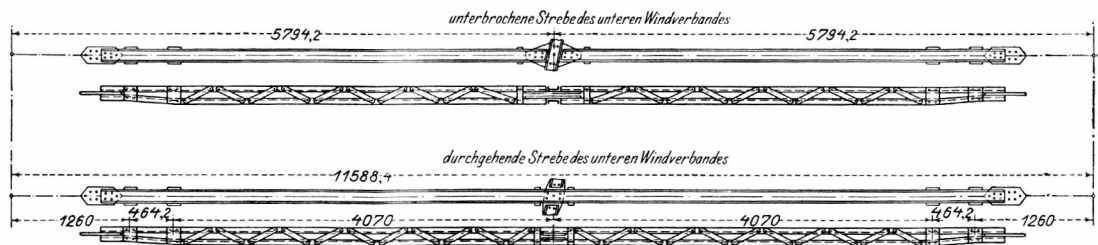


Fig. 37 und 38.



und die einfachste Anwendung des Prinzips der freischwebenden Fahrbahntafel, das die Gesellschaft Harkort zuerst 1895 in ihrem Entwurf für die Rheinbrücke bei Bonn aufgestellt und empfohlen und hier bei der Eisenbahnbrücke

bei Worms zum erstenmal verwirklicht hat. Wenn auch die bereits im vorigen Jahre fertig gewordene, von derselben Gesellschaft errichtete Moselbrücke bei Trarbach eine ähnliche Hauptträgerform und eine ganz ähnliche freischwebende

Fig. 34.

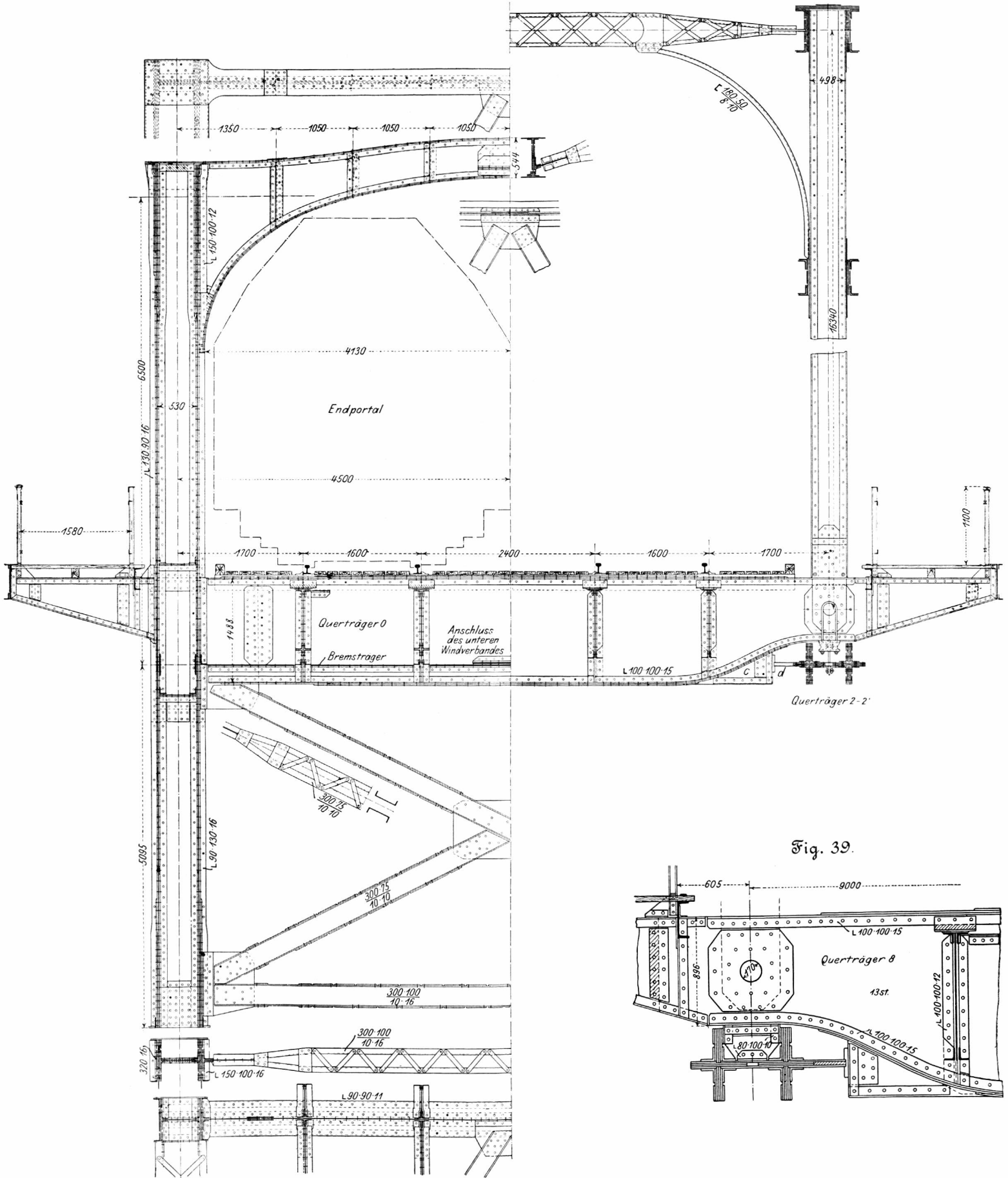
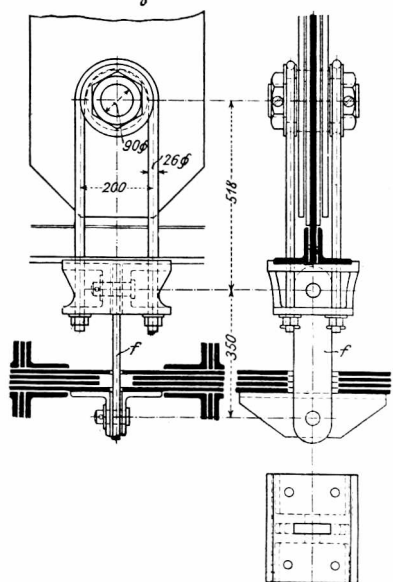


Fig. 39.

Fahrbahntafel aufweist, so ist diese doch jüngeren Datums und eine Nachfolgerin der Wormser Brücke. Nur dem Umstande, dass der Bau der letzteren Brücke durch die eingangs erwähnten Verhandlungen um

Fig. 40 bis 42.



fast 2 Jahre verschoben werden musste und zur Ausführung eine längere Zeit erforderte, ist es zuzuschreiben, dass die Trarbacher Brücke, schon an sich ein bedeutend kleinerer Bau, früher fertig wurde. Vielleicht könnte man jede der beiden Brücken als erste ihrer Art ansehen, insofern die Durchbildung der freischwebenden Fahrbahn durch die Rheinbrücke für größere Brücken, insbesondere für zweigleisige Eisenbahnbrücken, durch die Moselbrücke für kleinere, insbesondere für Straßenbrücken, zur Darstellung gebracht ist.

Die Anwendung und

hänge aller Teile einer Brückenkonstruktion durch Vernietung entstehen. Es sei hier u. a. der Umstand erwähnt, dass bei jeder vernieteten Brücke die Längsträger an den Spannungen der Hauptträgergurtungen teilnehmen müssen und infolgedessen die Querträger nach den Enden der Brücke zu in zunehmendem Maße seitlich verbiegen; es sei an die Verbiegungen der Hauptträgervertikalen erinnert, welche aus der Durchbiegung der Querträger entstehen; man denke schließlich an die Verdrehungen der ganzen Eisenkonstruktion, beispielsweise einer zweigleisigen Eisenbahnbrücke, wenn sie nur eingleisig belastet ist und die Hauptträger sich verschieden durchbiegen. Diesen Uebelständen lässt sich ja einigermaßen durch entsprechende Berücksichtigung bei der Berechnung begegnen; aber besser ist es sicher, wenn sie garnicht erst auftreten.

Wertvolle Versuche zur Beseitigung dieser schädlichen Neben- und Zusatzspannungen sind von den verschiedensten Seiten schon gemacht worden. Die bewegliche Durchführung der Längsträger durch die Querträger oder die Anwendung von Kraglängsträgern mit eingefügten Zwischenstücken zwecks Unterbrechung der Kontinuität, ferner die bewegliche Auflagerung der Querträger auf den Hauptträgern usw. sind Anordnungen, welche die Vermeidung der schädlichsten Verbiegungen bei ganz vernieteten Brücken bezwecken.

In besserer und vollkommenerer Weise soll nun der gleiche Zweck beim vorliegenden Bauwerk durch die freischwebende Fahrbahntafel erreicht werden.

Das Wesen der Anordnung besteht darin, dass die ge-

Fig. 43.

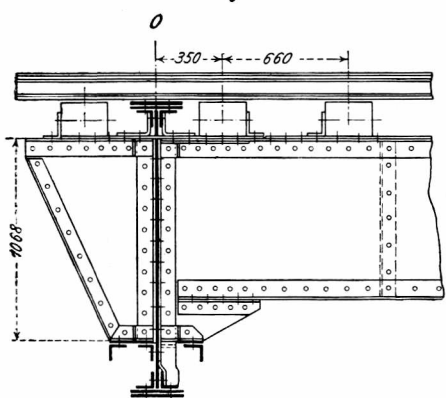


Fig. 44.

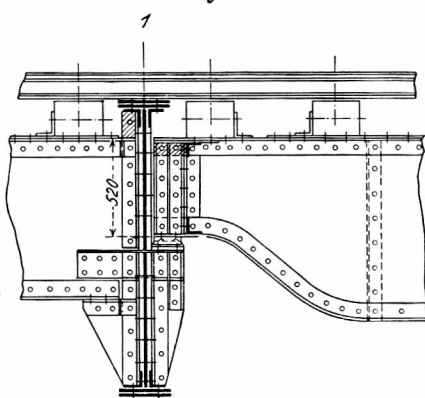


Fig. 45.

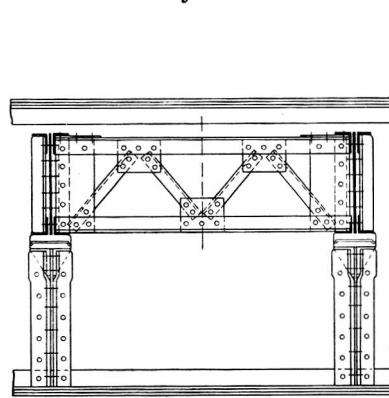


Fig. 46.

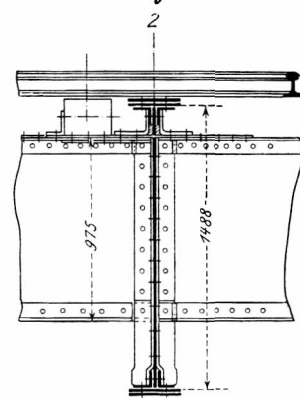
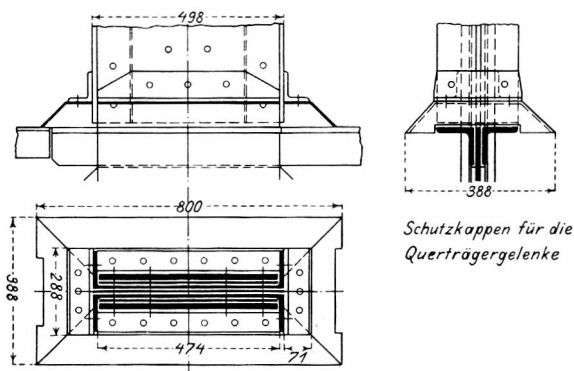


Fig. 47 bis 49.



Schutzkappen für die Querträgergelenke

Durchführung der sogen. »freischwebenden Fahrbahntafel« ist nicht nur auf die Einzelheiten der Eisenkonstruktion, sondern auch auf die Umrisslinien der Hauptträger und die Linienführung der Verbände von maßgebendem Einfluss. Es wird deshalb das Verständnis für die später folgende Besprechung der Einzelheiten wesentlich erleichtern, wenn hier zunächst eine ganz allgemeine Beschreibung des Wesens der freischwebenden Fahrbahntafel vorangeschickt wird.

Die freischwebende Fahrbahntafel hat den Zweck, diejenigen schädlichen Neben- und Zusatzspannungen nach Möglichkeit zu vermeiden, welche aus dem starren Zusammen-

samte Eisenkonstruktion eines Ueberbaues in zwei von einander fast unabhängige Hauptteile zerlegt wird, und zwar in

1) das Haupttragwerk, bestehend aus den beiden Hauptträgern mit Zugbändern, dem oberen und dem unteren Windverband, den Endportalen und sonstigen senkrechten Querverbindungen, welche Teile sämtlich mit einander vernietet sind, Fig. 28 und 30 bis 33.

2) die Fahrbahntafel, bestehend aus den Querträgern nebst Fußwegkonsolen, Längsträgern, Geländern und dem Brückenbelag, welche Teile ebenfalls unter einander fest vernietet oder verschraubt und als Ganzes mittels Hängestangen in die Haupttragkonstruktion frei schwebend hineingehängt sind, Fig. 29.

Das Haupttragwerk, Fig. 28, bildet, wie leicht zu erkennen ist, ein selbständiges Ganze, das an und für sich, also ohne die Fahrbahnteile, in gewissem Sinne standsicher ist.

Im vorliegenden Falle, wo die den Bogenschub der Hauptträger aufnehmenden Zuggurte nicht bei den Stützpunkten 0 und 0', sondern an den Knotenpunkten 1 und 1' angreifen, zwischen welchen die Längenänderungen der Hauptträger naturgemäß in der fühlbarsten Weise vor sich gehen, erstreckt sich die eingehängte Fahrbahntafel auf die Länge 1 bis 1', während die in den Endfeldern 0 bis 1 (0' bis 1') befindlichen Fahrbahnteile mit zur Haupttragkonstruktion geschlagen und mit dieser fest vernietet sind¹⁾. Bei den Knoten-

¹⁾ In Fällen wie bei der Trarbacher Moselbrücke, wo die den Bogenschub aufnehmenden Horizontalgurte unmittelbar bei den Auflagerpunkten angreifen, erstreckt sich die eingehängte Fahrbahntafel auf die ganze Brückenlänge.

Die Rheinbrücke bei Worms.



punkten 1 und 1' befinden sich dementsprechend quer durchgehende Trennungen aller längs durchlaufenden Fahrbahnteile, also aller Längsträger, der Geländer und des Brückenbelages.

Selbstverständlich besteht zwischen dem Haupttragwerk und der Fahrbahntafel ein gewisser Zusammenhang; denn beide Teile sind bei aller Selbständigkeit zu gemeinsamer Wirkung genötigt. Zunächst muss die Fahrbahntafel in der Querrichtung unverschieblich gegen das Haupttragwerk festgelegt sein, weil sie den Winddruck auf die bewegliche Last auf den unteren Windverband zu übertragen hat, der mit dem Haupttragwerk zusammenhängt. Es geschieht dies durch die Querträger, welche unten beiderseits mit konsolartigen Vorsprüngen versehen sind, die sich in geeigneter Weise an die Knotenbleche des Windverbandes anlegen und durch einfache Flächenberührung die Windlasten an diesen abgeben. Je nach der Windrichtung findet das nach der einen oder anderen Seite hin statt (vergl. Fig. 33, schematische Darstellung des unteren Windverbandes). Diese Anordnung macht für den unteren Windverband ein System mit gekreuzten, auf Zug und Druck konstruierten Windstreben nötig, in dessen rhombische Maschen die Querträger hineinhängen. Die Fahrbahntafel muss ferner auch in der Längsrichtung gegen das Haupttragwerk festliegen, ganz besonders hier, wo bedeutende Bremswirkungen auftreten werden, welche die ganze an den Hängestangen pendelnde Fahrbahntafel in der Längsrichtung verschieben wollen. Diese Festlegung erfolgt ausschließlich am mittelsten Querträger, welcher beiderseits mit den Horizontalgurten der Hauptträger — zugleich den Gurten des unteren Windverbandes — fest verbunden ist. An dieser Stelle ist gleichzeitig eine Trägerkonstruktion, Fig. 32, eingebaut, welche die auf den eingehängten Fahrbahnteil wirkenden Bremskräfte in die Spanngurte der Hauptträger überträgt. Von der Mitte der Brücke aus gehen somit nach beiden Enden zu die Relativbewegungen vor sich, die zwischen dem Haupttragwerk und der Fahrbahntafel durch Belastung oder

Verbiegungen der Hängestangen in nennenswertem Maße eintreten; vergl. Fig. 34.

Aus dem Gesagten geht nun schliesslich auch mit Deutlichkeit hervor, dass sich bei einseitiger Belastung der Brücke, die namentlich bei zweigleisigen Brücken täglich und stündlich vorkommt, Verdrehungen — Torsionen — der Haupttragkonstruktion nicht einstellen können; denn die gelenkartige Aufhängung der Querträger gestattet eine rhombische Verschiebung sämtlicher Brückenquerschnitte, bei welcher die Haupttragwände nicht aus ihrer senkrechten Ebene

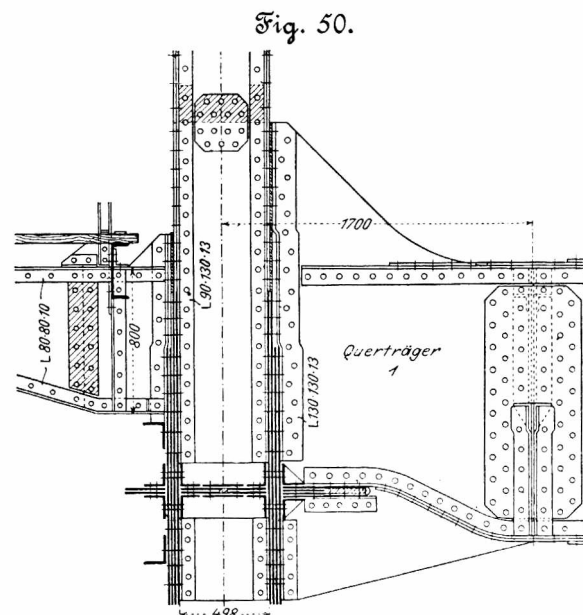
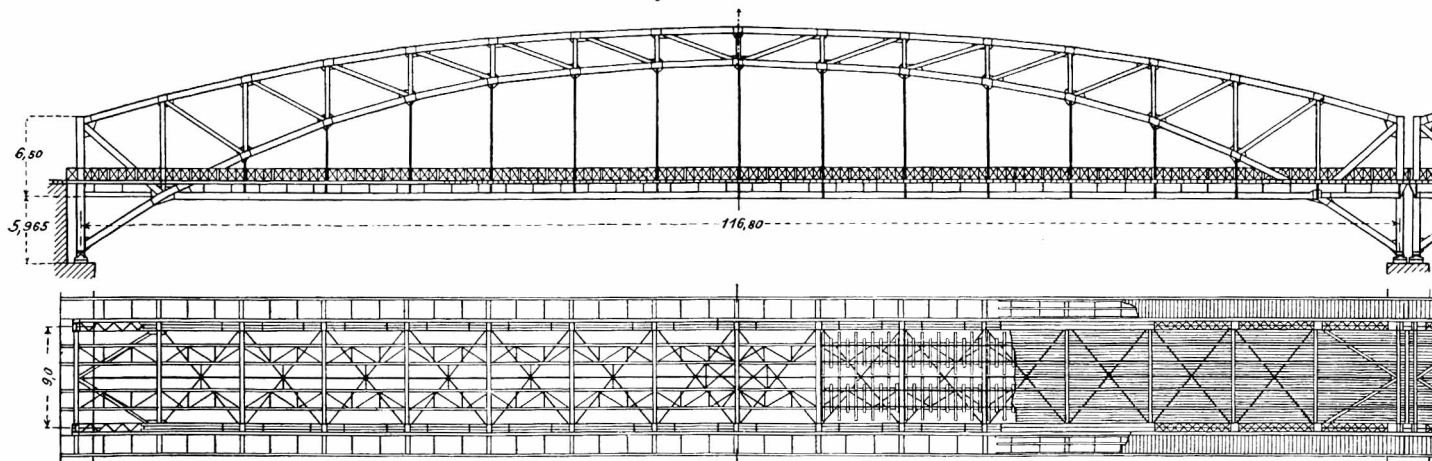


Fig. 51 und 52.



Wärme entstehen. Die Längsträger der eingehängten Teile der Fahrbahn sind am Ende bei 1 (Fig. 28 bis 33) längsbeweglich auf den mit dem Haupttragwerk fest verbundenen Längsträgern 0—1 gelagert, die zu diesem Zwecke konsolartig durch die Querträger 1 hindurch in die Felder 1—2 hineinragen.

Bei dieser Anordnung kann sich, wie leicht ersichtlich, der Hauptträger und namentlich das Horizontalzugband aus irgend welchen Gründen verlängern oder verkürzen, ohne nur im mindesten die Längsträger der Fahrbahn in Mitleidenschaft zu ziehen.

Zur Vermeidung der Biegemomente, welche bei gewöhnlicher Konstruktion infolge der Durchbiegung der Querträger auf die Vertikalen (hier die Hängestangen) übertragen werden, sind die Querträger mit Gelenkbolzen an den Hängestangen aufgehängt. Dadurch, dass die Gelenkbolzen einen etwas geringeren Durchmesser erhalten als die Gelenklöcher (es genügt der für die Ausführung an und für sich nötige Spielraum), werden die Gelenkbolzen sozusagen zu Walzen, welche die Durchbiegung der Querträger zulassen, ohne dass

heraus gedrängt werden, wie es bei allen Konstruktionen älterer Art mit steifen Querrahmen unausbleiblich ist; vergl. Fig. 31.

Um die rhombische Verschiebung der Brückenquerschnitte zu ermöglichen, genügt die gelenkartige Aufhängung der Querträger noch nicht allein; auch die beiden Windverbände müssen diese Bewegung zulassen. Zu diesem Endzwecke sind beide Windverbände in senkrechtem Sinne verhältnismässig schwach an die Haupttragkonstruktion angeschlossen, und zwar durch wagerecht liegende, nach oben und unten unversteifte Anschlussbleche, die infolge ihres geringen Trägheitsmomentes die hier vorkommenden kleinen Winkeländerungen zulassen, ohne wesentliche Nebenspannungen zu verursachen; vergl. Fig. 34 und 35 bis 38.

Da die beiden Windverbände immerhin ein ansehnliches Gewicht haben, welches ihre in senkrechtem Sinne schwachen Anschlussbleche stark belasten könnte, sind folgende Einrichtungen getroffen:

Beim unteren Windverbände wird der Hauptteil des Eigengewichtes durch Hängestangen abgefangen, die im Kreu-

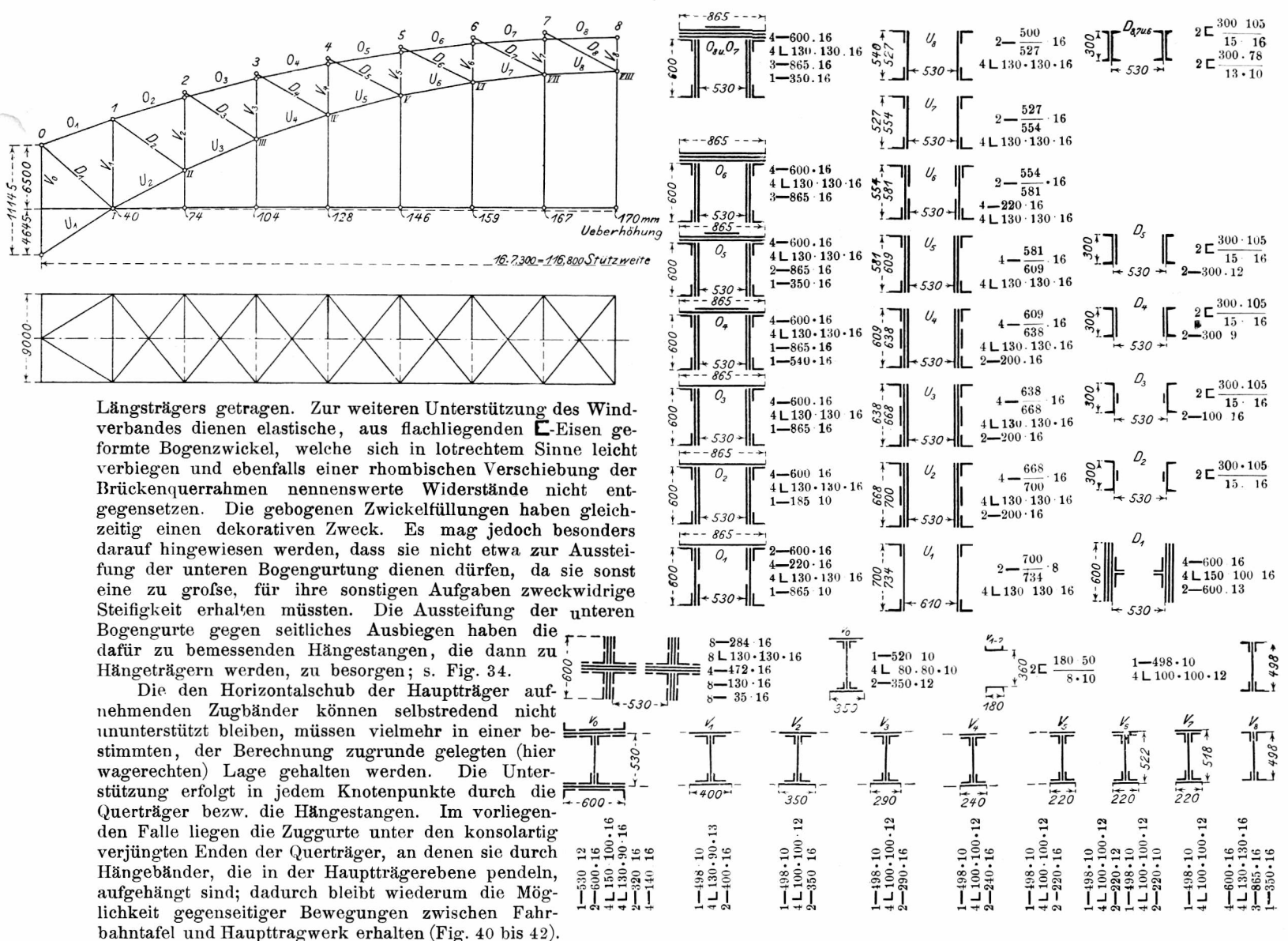
zungspunkte zweier Streben angebracht sind. Außerdem greifen die Anschlussbleche an den Berührungsstellen mit den Querträgern, wo der Winddruck seitens der Querträger an den Verband abgegeben wird, in Nuten der Druckplatten ein, wodurch sie eine zweite wirksame Stützung an den Querträgern finden. In diesen Nuten vollzieht sich auch die relative Verschiebung der Fahrbahntafel gegenüber dem Haupttragwerk; s. Fig. 39.

Beim oberen Windverbande, der gekreuzte Streben nebst Vertikalen hat, wird der Hauptteil des Eigengewichtes durch letztere unter Zuhilfenahme eines mittleren durchlaufenden

durch Quer- und Horizontalverbände verbunden sind. Zwischen den beiden Gleisen besteht jedoch keine weitere Verbindung; selbst der Holzfur ist zwischen ihnen der Länge nach gespalten. Querschwellen (200 × 250 mm) und Flurböhlen (50 mm dick) bestehen aus imprägniertem Eichenholz. Die 134 mm hohen Schienen sind sowohl auf den Stößschwelle als auch auf den Mittelschwellen durch Schraubennägeln befestigt, in beiden Fällen unter Zuhilfenahme von Unterlagsplatten (Fig. 34).

Die Schwellenträger sind vollwändig konstruiert. In den Endfeldern 0—1 der Hauptträger gehören sie zur Haupt-

Fig. 53.



Längsträgers getragen. Zur weiteren Unterstützung des Windverbandes dienen elastische, aus flachliegenden \square -Eisen geformte Bogenzwickel, welche sich in lotrechtem Sinne leicht verbiegen und ebenfalls einer rhombischen Verschiebung der Brückenquerrahmen nennenswerte Widerstände nicht entgegenzusetzen. Die gebogenen Zwickelfüllungen haben gleichzeitig einen dekorativen Zweck. Es mag jedoch besonders darauf hingewiesen werden, dass sie nicht etwa zur Aussteifung der unteren Bogengurtung dienen dürfen, da sie sonst eine zu große, für ihre sonstigen Aufgaben zweckwidrige Steifigkeit erhalten müssten. Die Aussteifung der unteren Bogengurte gegen seitliches Ausbiegen haben die dafür zu bemessenden Hängestangen, die dann zu Hängeträgern werden, zu besorgen; s. Fig. 34.

Die den Horizontalschub der Hauptträger aufnehmenden Zugbänder können selbstredend nicht ununterstützt bleiben, müssen vielmehr in einer bestimmten, der Berechnung zugrunde gelegten (hier wagerechten) Lage gehalten werden. Die Unterstützung erfolgt in jedem Knotenpunkte durch die Querträger bzw. die Hängestangen. Im vorliegenden Falle liegen die Zuggurte unter den konsolartig verjüngten Enden der Querträger, an denen sie durch Hängebänder, die in der Hauptträgerenebene pendeln, aufgehängt sind; dadurch bleibt wiederum die Möglichkeit gegenseitiger Bewegungen zwischen Fahrbahntafel und Haupttragwerk erhalten (Fig. 40 bis 42).

Nachdem hiermit in großen Zügen die Grundgedanken der freischwebenden Fahrbahntafel klargestellt und die konstruktiven Wege angedeutet sind, auf denen die Uebersetzung ins Praktische zu erstreben ist, kann im Folgenden die Beschreibung der Einzelheiten ohne Beeinträchtigung des Verständnisses kurz gefasst werden. Es sollen deshalb nur diejenigen Punkte erläutert werden, die nicht leicht verständlich sind.

2) Die Fahrbahntafel und die Verbände.

Die Fahrbahntafel ist nicht nur für zweigleisigen Eisenbahnverkehr, sondern auch für Fußgängerverkehr eingerichtet, für welchen durch Geländer abgeschlossene Fußpfade außerhalb der Hauptträger dienen, Fig. 34. Jedes Gleis wird von 2 Schwellenträgerzügen getragen, die unter einander

tragkonstruktion und sind daselbst mit den ebenfalls zu dieser gehörigen Querträgern 0 und 1 fest vernietet. In den übrigen Feldern 1 bis 1' gehören sie zur eingehängten Fahrbahntafel, mit deren Querträgern sie ebenfalls fest vernietet sind. (Zur Schonung der Nietanschlüsse sind stets Continuitätsplatten zwischen den Obergurten der benachbarten Längsträger angeordnet, welche die Querträger durchdringen.) Bei den Querträgern 1 und 1' findet also die Trennung der freischwebenden Fahrbahntafel von den beiden festen Teilen in den Endfeldern der Haupttragkonstruktion statt; die konstruktive Lösung dieser Punkte geht aus Fig. 43 bis 46 deutlich hervor.

Die Fußwegträger, je zwei für einen Pfad, bestehen innen aus \square -Eisen, außen aus \square -förmigen Blechträgern, welche die erwähnten Eichenböhlen tragen, Fig. 34. Diese Böhlen überdecken die in der Nähe der Hauptträger liegenden \square -Eisen, während sie bei den äußeren Blechträgern versenkt

einfache Berührung statt; außerdem vollziehen sich darin die gegenseitigen Bewegungen zwischen Horizontalzugband und Querträger (Fahrbahntafel).

Der mittelste Querträger 8, Fig. 39, der eingehängten Fahrbahntafel zeigt einige kleine Abweichungen von dieser

Normalkonstruktion, die dadurch bedingt sind, dass dieser Träger zur Verhinderung des Wanderns der

Fahrbahn mit dem Horizontalzugbande unverrückbar verbunden sein muss. Hier befindet sich der einzige feste Zusammenhang zwischen

Haupttragkonstruktion (Zugband) und eingehängter Fahrbahn (Querträger), und von hier aus gehen die Relativbewegungen nach beiden Enden zu vor sich. Wie aus Fig. 39 hervorgeht, fällt hier die gelenkartige Aufhängung des Horizontalbandes nebst dem Stahlstück

und den Bügelschrauben fort und wird durch eine feste aus Blech und Winkeln bestehende Konstruktion ersetzt. Auch ist mit dem Querträger 8 und den Windstreben der benachbarten Felder die Konstruktion zur Aufnahme derjenigen Bremskräfte verbunden, welche auf den eingehängten Teil der Fahrbahntafel einwirken und in die Horizontalzugbänder übertragen werden müssen. Es geschieht das durch den unteren Windverband, der in den genannten beiden Mittelfeldern durch verschiedene Stäbe derart ergänzt ist, dass jeder Schwellenträger gefasst wird und die Bremskraft an den Windverband abgeben kann, Fig. 32. Hierzu war es nötig, die Längsträger örtlich derart nach unten zu erhöhen, dass ihre Untergurte in die Ebene des Wind- bzw. Bremsverbandes traten und mit ihm vernietet werden konnten.

Der Querträger 1 gehört zur Haupttragkonstruktion und ist mit dieser fest vernietet. Die Fußwegkonsolen sind hier notwendigerweise vom Querträger vollständig getrennt und selbständig an den Knotenpunkt angenietet.

Der Querträger 1 sitzt an derjenigen Stelle, wo der untere Bogengurt des Hauptträgers die Fahrbahnlinie schneidet und wo das Horizontalzugband angreift, Fig. 50. Sein Anschluss an den Hauptträger ist sehr kräftig gestaltet, weil an dieser Stelle Biegemomente nicht zu vermeiden sind. Außerdem trägt dieser Querträger die Vorrichtungen zur beweglichen Stützung

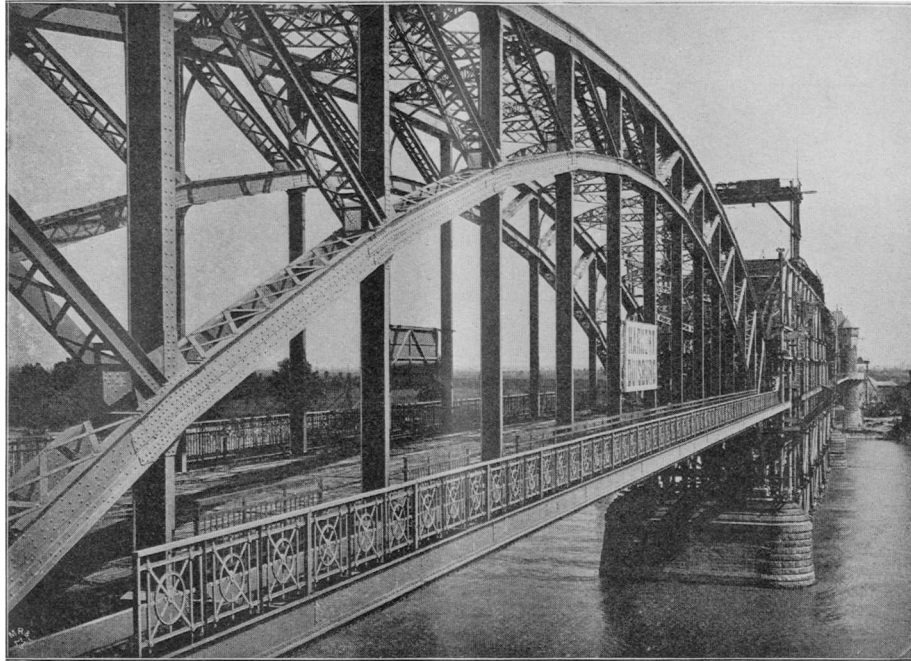


Fig. 61.

der Endlängsträger des eingehängten Fahrbahnteiles, welche in Fig. 44 und 45 dargestellt sind.

Der Querträger 0 gehört ebenfalls zur Haupttragkonstruktion und ist ein wesentlicher Teil des Endportales. Mit dem darunter liegenden, die Fußpunkte der Endpfosten verbindenden

Querriegel, Fig. 34, durch kräftige Schrägen verkreuzt, bildet er eine sehr feste Einspannung der Portalsäulen, die den Seitendruck des oberen Windverbandes durch

Biegung nach unten zu übertragen haben. Eine weitere Verstärkung liefern die oberen Portalquerriegel, in deren Mitte der obere Windverband angreift.

Die in den Endfeldern 0 bis 1 der Fahrbahntafel entstehenden Bremskräfte werden durch Blechträger, Fig. 43 und 34, aufgenommen, die mit dem Endquerträger vernietet sind und die Kräfte teils

durch die Endstreben des unteren Windverbandes, Fig. 30 bis 33, teils durch Hilfsglieder in den Horizontalzuggurt überführen.

Der untere Windverband. Das System des unteren Windverbandes ist in Fig. 32 gegeben. Als Gurtungen die-

Fig. 62 und 63.

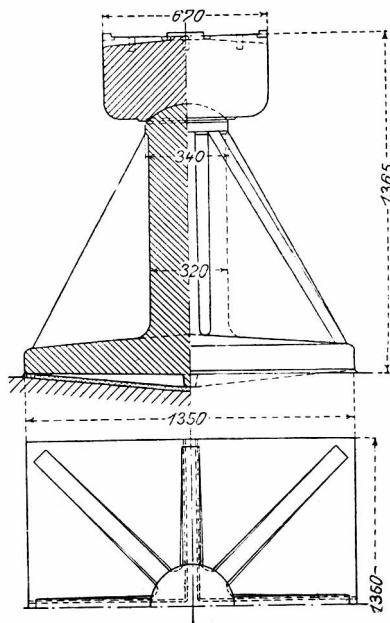


Fig. 64.

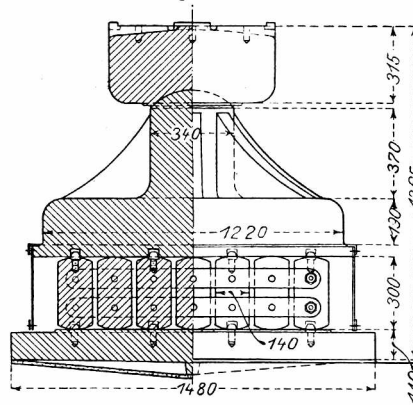


Fig. 65.

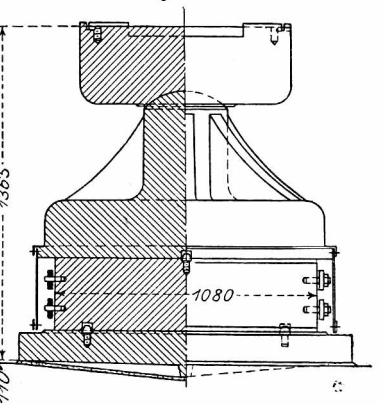


Fig. 66.

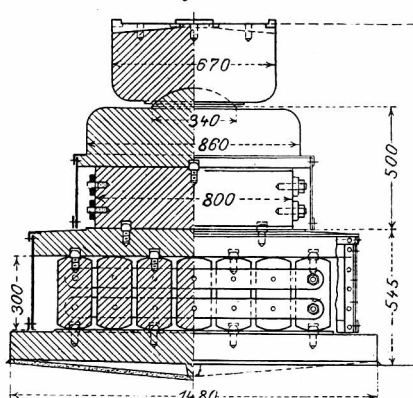
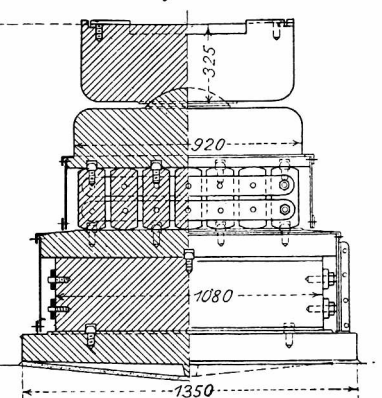


Fig. 67.



nen die von 1 bis 1' reichenden Horizontalzugbänder der Hauptträger. In diesen Punkten setzen sich die Endwindstreben an, die zur Spitze zusammengeführt in der Mitte des Endquerträgers 0 bzw. 0' gelagert sind, von wo aus der gesammelte Winddruck durch die Portalstruktur nach den Auflagern überbracht wird. In 1 und 1' gehören die dort befindlichen Querträger noch zum Haupttragsystem, und zwischen diesen Punkten sind nur einfach gekreuzte Schrägen angeordnet, in deren Maschen, wie schon erwähnt, die übrigen zur freischwebenden Fahrbahntafel gehörigen Querträger hineinhängen. Der ganze Verband ist, wie schon früher beschrieben, in jedem der Knotenpunkte 2 bis 8 an den Querträgern aufgehängt. Die Pfeile in Fig. 32 geben die Art der Lastverteilung für eine bestimmte Windrichtung an. Sämtliche Windstreben bestehen aus gespreizten vergitterten Querschnitten, für die Fig. 35 und 36 als Grundform gelten

Fig. 68.

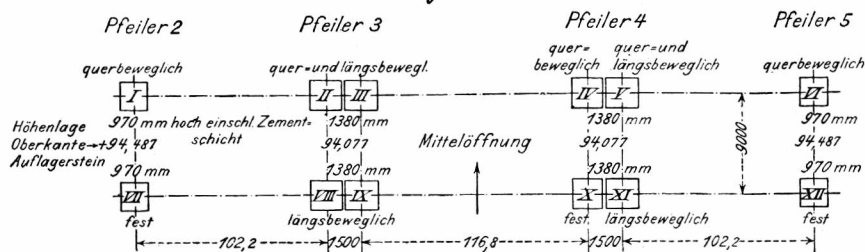
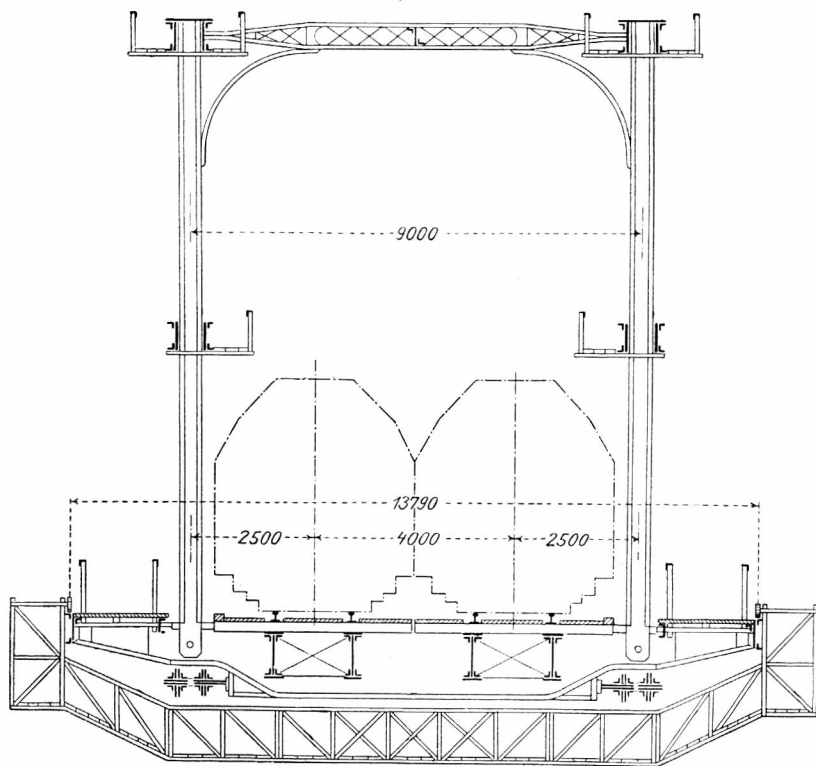


Fig. 69.



können. Die Gestaltung der Anschlüsse an die Horizontalzuggurte und die Verbindung mit den Querträgern geht ohne weiteres aus Fig. 34, 39 und 50 hervor.

Der obere Wind- und Querverband. Das System des Windverbandes wird durch Fig. 33 dargestellt. Als Gurtungen dienen die oberen Bogengurte der Hauptträger. Wie beim unteren Windverband sind auch hier die Endstreben zu Spitzen zusammengeführt und in der Mitte (Fig. 34) des oberen Portalriegels gelagert. Durch diese Spitzenbildung wird der Winddruck hier wie dort nicht nur gleichmäßiger auf die Portalpfosten bzw. Auflager verteilt, sondern es werden auch die meist unbefriedigenden konstruktiven Lösungen vermieden, die bei der üblichen Einführung der Endstreben in die Ecken zwischen Hauptträger und Querkonstruktion zu entstehen pflegen und auch hier entstanden sein würden. Im

übrigen ist hier bei der Berechnung ein Zugschrägensystem gedacht, dessen Vertikalen zum Tragen des Eigengewichtes des Verbandes nutzbar gemacht werden konnten, welcher, wie schon früher erwähnt, zwecks Ermöglichung einer rhombischen Verschiebung der Brückenquerrahmen in senkrechtem Sinne elastisch und verhältnismäßig schwach an die Gurtungen angeschlossen ist. Zur Entlastung der Anschlussbleche wären also auch bei Wahl eines Druckschrägensystems Querriegel nötig geworden. Im vorliegenden Falle werden nun die Kreuzungspunkte der Schrägstreben durch einen Längsträger gestützt, der auf den Querriegeln (den Vertikalen des Verbandes) gelagert ist. Eine weitere Entlastung der Knotenbleche bewirken ferner die elastischen Zwickelfüllungen, Fig. 34, die gleichzeitig einen schmückenden Zweck haben.

Die Einzelheiten des Verbandes gehen im übrigen aus den Figuren 37 und 38 ohne weiteres hervor. Bemerkte sei noch, dass die Schrägen trotzdem steif, ähnlich wie beim unteren Verband, konstruiert sind und — den Vorschriften des preussischen Ministeriums entsprechend — auch als Druckstäbe für die halbe Last mit 3facher Sicherheit zu wirken in der Lage sein würden.

Die Konstruktion des Portales ist durch das vorher Gesagte eigentlich schon klar gelegt worden; es genügt hier der Hinweis auf Fig. 34. Nachzutragen ist noch, dass es nötig war, die Pfosten in der Hauptträgerebene noch einmal gegen Ausknicken zu sichern. Es geschah dies durch kastenförmige vergitterte Träger, die in der Verlängerung der Horizontalzugbänder eine steife Verbindung der Pfosten mit den Knotenpunkten 1 herstellen.

3) Die Hauptträger.

Ueber die Form und das System der Hauptträger ist in den vorhergehenden Abschnitten das meiste schon erwähnt worden, sodass nur noch wenig hinzuzufügen ist.

Die Träger können als Bogen- oder Balkenträger aufgefasst werden: als Bogenträger, weil besondere Elemente (hier die Zugbänder) zur Aufnahme des Horizontalschubes angeordnet sind, als Balkenträger, weil sie nur senkrechte Drücke auf die Stützpfiler ausüben. Sie vereinigen in dieser Weise die Vorteile beider Systeme. Als besonderer Vorzug ist in der vorliegenden Ausführungsform vielleicht der Umstand zu betrachten, dass das Horizontalzugband nicht die Stützpunkte 0 und 0', sondern die ersten Knotenpunkte 1 und 1' verbindet. Hierdurch gewinnt die Form an Schönheit, und für die Stützpfiler erwächst der weitere Vorteil, dass sie sehr niedrig ausfallen.

Der obere Bogengurt liegt so hoch über der Fahrbahntafel, dass unter seinen Endpunkten die durch das Eisenbahnprofil bedingte Höhe frei bleibt, Fig. 51 und 52. Hierdurch wird die so sehr wünschenswerte Durchführung auch des oberen Windverbandes auf die ganze Brückenlänge ermöglicht. Andererseits gestattet die Führung des unteren Bogengurtes unter die Fahrbahnlinie die Ausbildung eines kräftigen, seiner Aufgabe entsprechend möglichst starr zu wünschenden Endportales.

Die Hauptträger, welche einfach statisch unbestimmt sind, wurden nach Müller-Breslau berechnet, und es wurden dabei alle möglichen Einflüsse einschliesslich Temperatur und Lagerreibung berücksichtigt. Bei Festsetzung der Stabquerschnitte wurden die seitens des preussischen Ministeriums vorgeschriebenen Beanspruchungsgrenzen eingehalten. Im übrigen wurde auf einfache, möglichst symmetrische Querschnitte hingearbeitet, die für eine gute Ausführung bequem sind, wenig Oberfläche bieten, keine Wassersäcke bilden und sich leicht anstreichen und unterhalten lassen.

Ueber die Durchbildung der wichtigsten Punkte der Hauptträger geben die Figuren 53 bis 61 den nötigen Auf-

schluss, welche sich auf die Mittelöffnung von 116,8 m Stützweite beziehen. Bemerkenswert sei, dass bei den 102,2 m weiten Seitenöffnungen der Stromüberbrückung die einzelnen Querschnitte aus ganz ähnlichen, nur entsprechend dünneren Elementen hergestellt sind. Viele Teile der Fahrbahn, wie Querträger, Fußwegkonsolen, Schwellenträger usw., sind für beide Spannweiten überhaupt gleich, weil eine gleiche Felderteilung (Querträgerentfernung) zugrunde gelegt ist.

4) Die Auflager.

Sämtliche Auflager, sowohl feste wie bewegliche, haben kugelförmig in einander greifende Oberteile, um einer innigen und gleichmäßigen Berührung aller tragenden Teile sicher zu sein. Bei der großen Achsentfernung der Hauptträger wurden ferner Auflager mit Querbeweglichkeit für notwendig erachtet, um Losrüttlungen der Lagerteile vom Pfeilermauerwerk oder Zusatzspannungen in den Portalen der Hauptträger zu vermeiden.

Jeder Ueberbau wird dementsprechend am festen Ende von einem festen und einem querbeweglichen, Fig. 62 bis 65, am losen Ende von einem längsbeweglichen und einem längs- und querbeweglichen Lager, Fig. 64 bis 67, getragen. Die Längsbeweglichkeit wird durch eine einfache Rollen- oder Pendelgruppe, die Längs- und Querbeweglichkeit durch zwei senkrecht zu und über einander angeordnete Rollengruppen erzielt. Die Querbeweglichkeit der Lager beträgt bei einer Temperaturschwankung von $\pm 35^\circ \text{C}$ etwa $\pm 3,8 \text{ mm}$, die Längsbeweglichkeit unter Berücksichtigung der Dehnungen durch die bewegliche Belastung und einer zwischen -35° und $+35^\circ \text{C}$ schwankenden Temperatur bei der Mittelöffnung von 116,8 m Weite $+96,8 \text{ mm}$ und $-51,1 \text{ mm}$, bei jeder Seitenöffnung von 102,2 m Weite $+85,3 \text{ mm}$ und $-44,7 \text{ mm}$.

Inbezug auf Längsbeweglichkeit sind die Auflager derart verteilt, dass die Uferpfeiler 2 und 5 feste, Strompfeiler 3 ausschließlich bewegliche und Pfeiler 4 feste und bewegliche Auflager trägt, Fig. 68.

Zur Sicherung der Pendelgruppen gegen Verdrehung sind evolutentisch abgedrehte Dübel zur Anwendung gekommen, die jedes zweite Pendel in der durch Fig. 66 und 67 dargestellten Weise festhalten; außerdem sind sämtliche Pendel einer Gruppe durch Flacheisenschienen in der üblichen Weise zwangläufig mit einander verbunden und parallel geführt.

Mit Ausnahme der Pendel, welche aus Hammerstahl bestehen, und der Unterteile der eigentlichen festen Auflager, für die zufolge genügend großer Konstruktionshöhe Gusseisen verwendet werden konnte, sind alle Lagerteile aus Formstahl von 52 kg Festigkeit und 12 vH Dehnung hergestellt worden. Die lösbaren Schutzmäntel für die Pendelgruppen bestehen aus Walzmaterial.

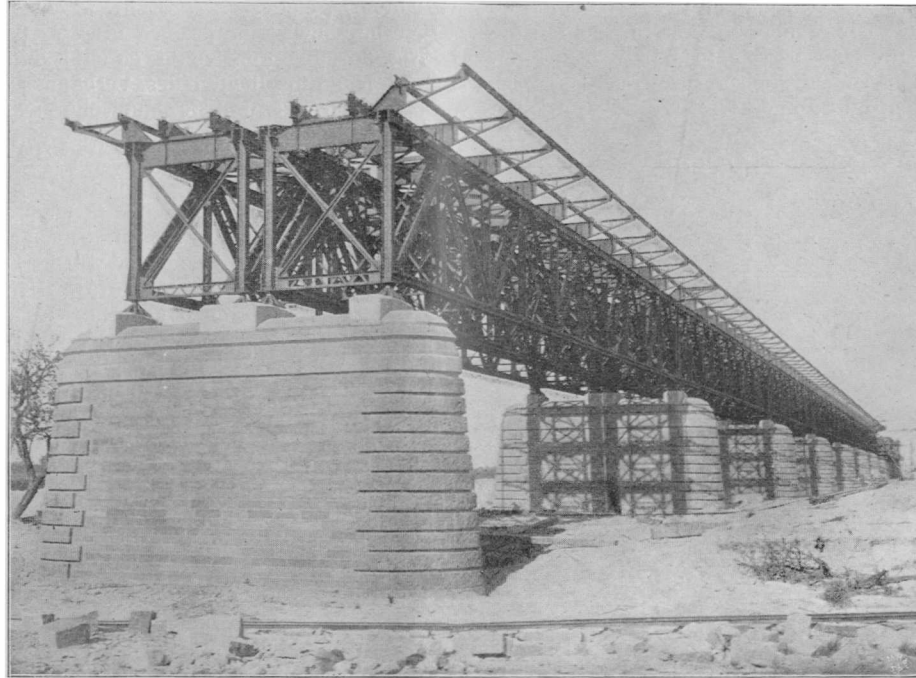
5) Anstreicher- und Besichtigungswagen, Revisionsstege.

Für jede der drei Stromöffnungen ist ein Laufwagen vorgesehen, der auf den äußeren Fußwegträgern fährt und

das Anstreichen und Nachsehen aller Teile der Fahrbahntafel einschließlich der Horizontalzugbänder gestattet; s. Fig. 69.

Zur Besichtigung und zum Streichen des oberen Eisenwerkes der Hauptträger war die Anwendung von fahrbaren Vorrichtungen nicht angängig. Es musste deshalb zu dem die Schönheit der Brücken etwas beeinträchtigenden Mittel fester, aus Eisen und Holz bestehender Laufstege gegriffen werden, die beim oberen Bogengurt zweiseitig, beim unteren aber nur aufsen angebracht sind; vergl. Fig. 69.

Fig. 70.



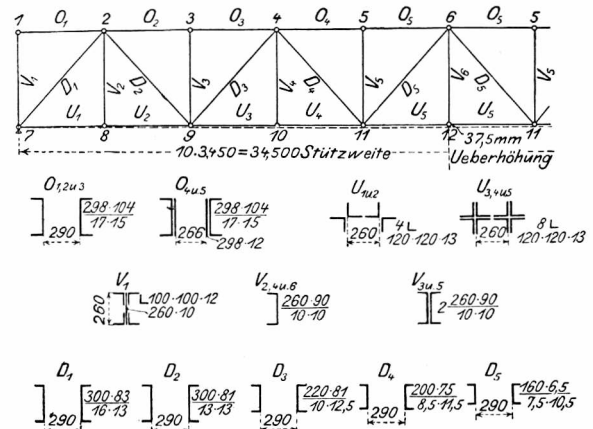
d) Konstruktion der Flut- oder Vorlandbrücken.

Wie bereits früher erwähnt, führt über das ausgedehnte Vorland ein langer Viadukt mit 17 gleichen Öffnungen, welche durch je 2, im ganzen also durch 34 eingleisige Ueberbauten von 34,5 m Stützweite überbrückt sind (Fig. 70).

Es leuchtete von vornherein ein, dass zur Erzielung einer harmonischen Wirkung des Gesamtbauwerkes, welche durch die einseitige Lage des Vorflutgebietes nicht gerade be-

günstigt wird, neben der mächtigen hochaufstrebenden Strombrücke die Flutüberbrückung möglichst zurücktreten müsse, um erstere desto kräftiger als Hauptteil des Ganzen vor Augen zu führen. Dieses Ziel erforderte weiter, dass kein Teil der Flutbrücken den Fahrbahnstreifen der Strombrücke überragte. Hieraus ergab sich zunächst mit Notwendigkeit für die Flutbrücken die Anordnung einer oben liegenden Fahrbahn. Die untere Begrenzung der Vorflutbrücken hätte nun bogenförmig

Fig. 71.



gestaltet werden können, wie auch im Entwurf der Gesellschaft Harkort ursprünglich Bogenbrücken vorgesehen waren. Da jedoch für die Ausführung des Bauwerkes eine um 450 m stromabwärts verschobene Stelle gewählt war, welche ein um 200 m breiteres Vorland aufwies, das im Gefälle von 1:200 zu überbrücken war, so würden unter Berücksichtigung des Hochwasserstandes und zur Wahrung einer guten Gesamtwirkung nicht nur sehr viele verschiedene Formen an sich

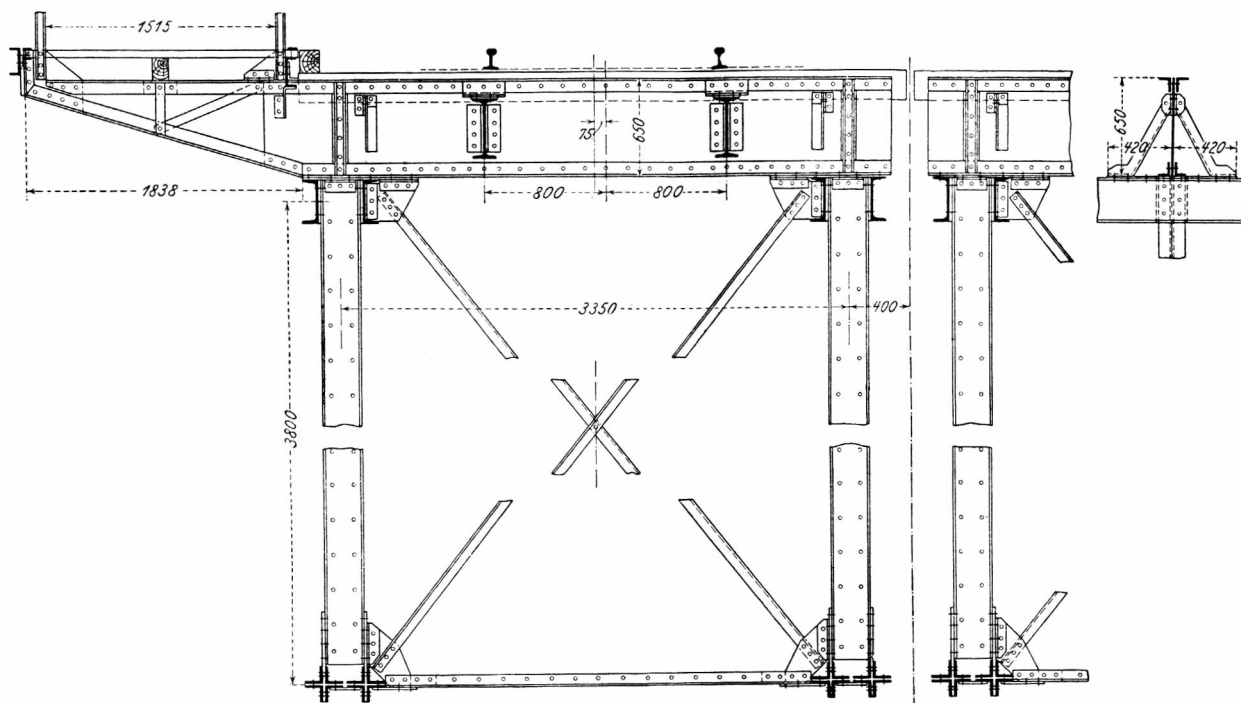
kostspieligerer Bogenbrücken, sondern auch größere Aufwendungen von Pfeilermaterial, also eine erhebliche Verteuerung der ganzen Anlage entstanden sein. Diese Erwägung führte zur Wahl von Fachwerkbrücken mit parallelen Gurten.

Für die letzte Frage, ob diese Brücken besser zwei- oder eingleisig zu konstruieren seien, welche ohne das Bestehen einschränkender Bedingungen meistens zugunsten des ersteren Falles ausfallen wird, waren zwei Umstände ausschlaggebend: einmal die Lage des Hochwasserspiegels, welche die Höhe der Hauptträger auf ein für zweigleisige Konstruktionen unzulängliches Maß herabdrückte, und zum andern die wohl

Verwendungsstelle gehoben. Die Anordnung dieses Kranes geht aus Fig. 73 und 74, hervor. Wie ersichtlich, diente er zweifachem Zwecke: erstens zum Heben der Eisenteile auf das Montagegerüst und zweitens zum Einbauen derselben in die Brückenkonstruktion. Zu diesem Zwecke lief er, das Zufahrtgleis und die zu montierende Brücke überspannend, mit einem Beine unten auf dem Gelände, mit dem andern kürzeren oben auf dem Gerüste.

Um an Kosten zu sparen, wurden die beiden Brückenkörper einer Oeffnung auf einem und demselben Gerüst montiert, das in seiner Breite nur für den eingleisigen Ueber-

Fig. 72.



allgemein anerkannte Thatsache, dass sich zweigleisige Brücken kleinerer Stützweiten infolge der stets einseitigen Belastungen im Gebrauch nicht so gut halten wie eingleisige. Die Entscheidung fiel dementsprechend zugunsten eingleisiger Ueberbauten für die Flutbrücke aus.

Die Bauart der Flutbrückenkörper bietet weder in rechnerischer noch in konstruktiver Beziehung Neues, sodass die schematische Zusammenstellung der vorkommenden Querschnitte in Fig. 71 und die Einzelheiten in Fig. 72 zum Verständnis genügen werden.

e) Gerüste und Aufstellungsarbeiten.

Die Aufstellung sämtlicher Eisenkonstruktionen ist ohne erhebliche Unfälle vor sich gegangen, wie überhaupt über dem nunmehr glücklich vollendeten Werke ein guter Stern gewaltet hat. Es blieben zwar, wie weiter unten beschrieben werden wird, im Verlauf der Aufstellungsarbeiten kritische Augenblicke nicht ganz erspart, doch gingen sie glücklich vorüber.

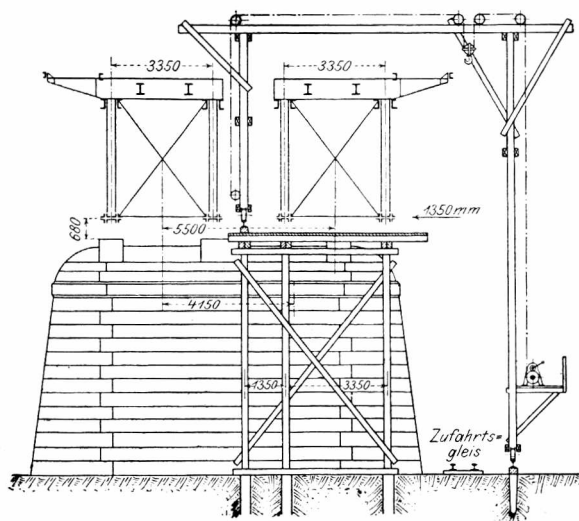
1) Die Vorlandbrücken.

Infolge der geringeren Vorarbeiten, welche die kleineren Brücken sowohl auf dem technischen Bureau wie in der Werkstatt naturgemäß verursachten, wurde mit der Aufstellung der 34 Brückenkörper in erster Linie begonnen.

Dank der günstigen Lage der Harkortschen Werke, dicht am Rhein in Duisburg-Hochfeld, konnten die meisten Konstruktionsteile mittels Rheinschiffes von den Werkstätten ohne Umladung bis zur Baustelle gebracht werden. Die Schiffe wurden durch einen am rechten Rheinufer aufgestellten drehbaren Auslegerkran (s. Fig. 6) gelöscht, ihre Ladung auf den Lagerplatz gebracht und dort sortiert. Von hier aus wurden die Teile nach Bedarf auf Transportgleisen unter den Montagekran verbracht und von diesem aufs Gerüst zur

bau bemessen war und seitlich von der Brückenachse stand. Nach einander wurden die zusammengehörigen Brücken auf diesem Gerüst zusammengebaut und seitlich auf die Pfeiler abgeschoben, wobei die eine einen Weg von 5,5 m, die andere einen solchen von 1,35 m zurückzulegen hatte.

Fig. 73.



Anfangs wurde auf einem, später zur Beschleunigung der Arbeiten auf dreien solcher Gerüste (Fig. 75) montiert, während ein einziger Laufkran infolge seiner Verschiebbarkeit in der Brückenachse für sämtliche Vorflutbrücken genügte. In der Zeit vom 5. Oktober 1898 bis 19. August 1899 wurden

auf diese Weise 23 eingleisige Brückenkörper im Gewicht von rd. 1800 t fertiggestellt (171,4 t pro Monat). Die übrigen 11 Brückenkörper im Gewicht von 858 t kamen erst vom 19. Februar bis 31. Mai 1900 zur Aufstellung (260 t pro Monat), weil in der Zwischenzeit die beiden seitlichen Stromöffnungen fertig gestellt werden mussten.

Die beiden Brücken in der Endöffnung 21-22 machten ein etwas abweichendes viertes Gerüst nötig, weil sie infolge der inzwischen vollzogenen Fertigstellung des rechten Endwiderlagers nicht nur seitlich, sondern auch in der Längsrichtung verschoben werden mussten, um mit dem Eisenwerk in das Kammermauerwerk hinein zu gelangen. Darstellungen verschiedener Bauzustände der Vorlandbrücken sind in den Figuren 70 und 74 gegeben.

2) Die linksseitige Stromöffnung.

Das zur Aufstellung dieses Bauwerkes benutzte Gerüst ist in Fig. 76 und 77 dargestellt. Es besteht aus 13 Pfahljochen zu je 5 Pfählen von 350 mm mittlerer Dicke, 15 Untergerüstbindern zu je 5 Ständern und 15 Obergerüstbindern zu je 4 Ständern. Zum Einbauen der einzelnen Teile diente ein auf den Obergerüst-Längsholmen auf Schienen längsbeweglicher Kranwagen, der mit einer querbeweglichen Winde ausgerüstet war. Die Verbände der Pfahljoche, der Untergerüstbinder und der Obergerüstbinder waren, soweit irgend thunlich, aus eisernen Zugstangen hergestellt, um sowohl dem Wasser wie dem Winde möglichst kleine Angriffsflächen darzubieten und um eine standfeste Konstruktion zu erzielen, die auch zur Not unvorhergesehenen Angriffen widerstehen konnte, wie sie bei Wasserbauten vorkommen (vgl. Fig. 77).

Die Eisenteile für dieses Bauwerk wurden ebenfalls meist zu Schiff herangeführt und entweder mittels des Drehkrans am linken Ufer gelöscht, oder unmittelbar aus dem Schiff auf die Rüstung gehoben. Hierzu diente eine besondere konsolartige, in die Mittelöffnung hineinragende Verlängerung des Obergerüsts, welche mit den nötigen Hebezeugen ausgestattet war.

Die Rammarbeiten für das Gerüst begannen am 9. März 1899, und am 27. Juni war es samt Hebe- und Montagekran fertiggestellt. Mit dem Zusammenbau der Horizontalzuggurte konnte am 20. Juli begonnen werden; hieran anschließend wurden die Auflager und Endvertikalen nebst Portalen aufgestellt. Nach Vernietung der Stöße der Horizontalgurte wurden die Fahrbahnteile (Quer- und Längsträger) und der untere Windverband eingebaut, dann die Vertikalen (Aufhängung der Querträger) aufgerichtet und die unteren Bogengurtungen daran geheftet. Zuletzt wurden die Schrägen und die oberen Bogengurtstücke eingefügt und damit der Bogen geschlossen. Entsprechend dem Fortschreiten der oberen Gurte wurde der obere Wind- und Querverband eingebaut. Die Nietarbeit folgte diesen Zusammenstellungsarbeiten gleichen Schrittes und endete an den Deckplatten der oberen Gurtungen.

Die Brücke konnte am 15. November 1899, also nach

3⁵/₆ Monaten, losgeschlagen werden, was bei einem Gewicht von rd. 860 t eine monatliche Leistung von 224,5 t darstellt.

Beim Losschlagen ergab sich als grösste Durchbiegung der Hauptträger 50 mm, während rechnerisch eine Senkung von 57,8 mm ermittelt worden war.

3) Die rechtsseitige Stromöffnung.

Das Aufstellungsgerüst gleicht in allen Teilen dem bei der linken Stromöffnung verwendeten, von welchem infolgedessen viele Holzteile, besonders die Beläge, das Obergerüst und der Montagekran, ohne Aenderung übernommen werden konnten. Das Holz zum Untergerüst musste dagegen grösstenteils neu beschafft werden. Mit den Rammarbeiten wurde am 28. Juni 1899 begonnen, also kurz nach dem Beginn der eigentlichen Aufstellungsarbeiten für die linksseitige Stromöffnung. Am 9. November, also 4¹/₃ Monate später und etwa 1 Woche vor dem Losschlagen der linksseitigen Strombrücke, wurde mit dem Zusammenbau der wagerechten

Zuggurte begonnen. Der weitere Aufbau erfolgte dann in derselben Reihenfolge, wie vorher beschrieben. Die oberen Gurtungen wurden am 29. Dezember durch Einsetzung, Ver-

Fig. 74.



Fig. 75.

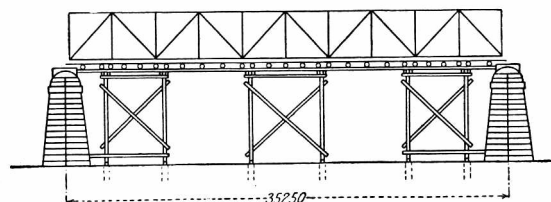
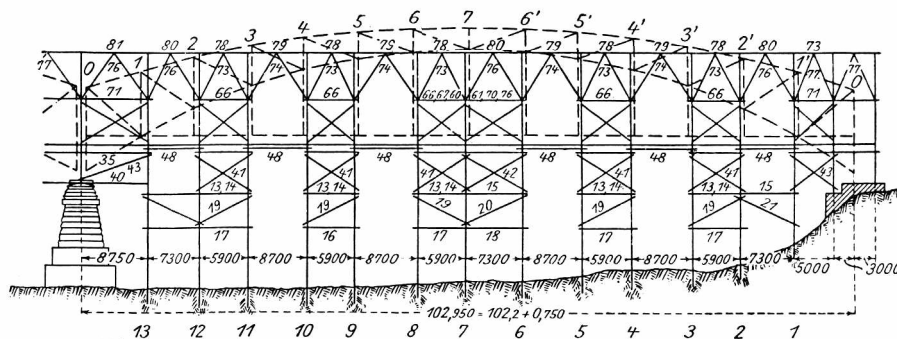


Fig. 76.



schraubung und Verdornung der letzten Schlussstücke geschlossen, und am 7. Februar 1900 konnte die Brücke losgeschlagen werden, wobei sich die grösste Durchbiegung zu 45 mm ergab. Die Aufstellung dieser Oeffnung — selbstverständlich ohne Aufbringung des Brückenbelages, der Geländer und der schmückenden Zuthaten — nahm somit einen Zeitraum von 90 Tagen oder 3 Monaten in Anspruch, was

einer monatlichen Leistung von $\frac{860}{3} = 287 \text{ t}$ (gegenüber 224,5 t bei der linken Oeffnung) entspricht. Hieraus ist deutlich die Steigerung der Arbeitsleistung zu erkennen, welche bei Wiederholungen gleicher Arbeiten durch das Vertrautwerden jedes einzelnen Mannes mit seiner Aufgabe erfahrungsgemäß fast immer zu beobachten ist.

Dennoch vollzog sich diese Arbeit nichts weniger als programmgemäß!

Die Ausnutzung des Monats Dezember war für die Montage dieses Ueberbaues mit Rücksicht auf den Zeitpunkt der Fertigstellung des Gesamtbauwerkes durchaus notwendig. Erfahrungsgemäß konnte man aber auch auf einen gelinden, wenigstens auf einen nicht allzu frühen Winter rechnen, welcher ein geregelt arbeiten auf der Baustelle bis wenigstens Ende Dezember gestattete. In dieser Hoffnung hatte man sich jedoch sehr getäuscht. Es trat nicht nur ein sehr früher und plötzlicher, sondern auch ganz besonders strenger Winter schon im ersten Drittel des Dezembers ein, der ganz unerwartet äußerst gefährvolle Zustände auf der Baustelle hervorbrachte.

Am 11. Dezember 1899 ging der Rhein schon mit Treibeis, welches bei -9° R derart zunahm, dass am folgenden Tage die Schiffbrücke bei Worms bereits ausgefahren werden musste. Besonders bedenklich war der Umstand, dass außer der rechtsseitigen Stromöffnung auch die linksseitige noch vollständig eingerüstet war; wenigstens stand darin noch fast das ganze Untergerüst, mit dessen Abbruch man beschäftigt

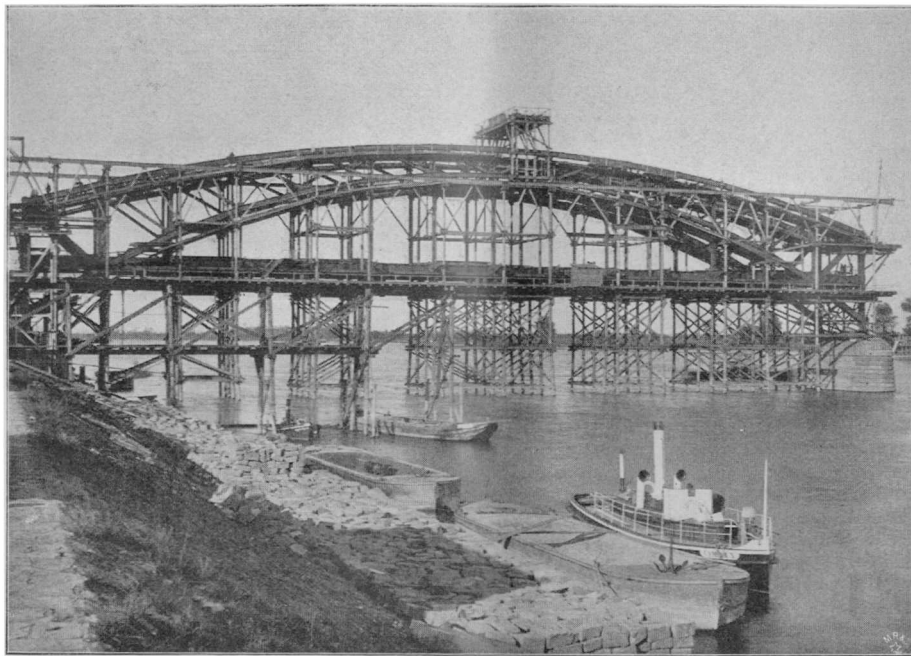


Fig. 77.

zu montierende Brücke sich noch in einem ganz unfertigen Zustande befand. Auf diesem Gerüst lagen außer der Fahrbahntafel nur die beiden wagerechten Zuggurte, an denen beiderseits die Endvertikalen, einige Vertikalen und die Ansätze der unteren Bogengurte angebaut waren. Um die Pfähle gegen das Ansagen durch die treibenden Schollen zu schützen, wurden sie in der aus Fig. 79 ersichtlichen Weise durch Winkleisen und Flacheisen armirt, welche dem Brückeneisen entnommen wurden. Die Winkleisen sollten die Schollen zerbrechen, die Flacheisen das Anschneiden der Pfähle verhindern, welche Zwecke auch, wie sich später zeigte, in vollem Maße erreicht wurden.

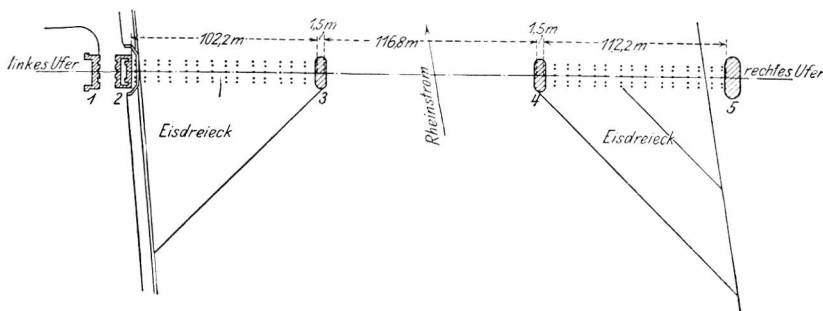
Gegen die Stoswirkung der immer mächtiger werdenden Eisschollen musste das Gerüst ebenfalls geschützt werden. Zu dem Ende wurden die 5 Pfähle jedes einzelnen Rammjoches dicht über dem zu dieser Zeit ziemlich tief, auf etwa $-0,5 \text{ WP}$, stehenden Wasser- und Eisspiegel durch kräftige wagerechte Zangenpaare in besonders sorgfältiger Weise verbunden. Diese Verbände mussten beim späteren Abbruch des Gerüsts, der bei höherem Wasserstand erfolgte, durch Taucher entfernt

werden.

An dem linksseitigen Gerüst wurden während des Eis-treibens die Abbrucharbeiten mit verstärkten Kräften in den zugänglichen oberen Teilen fortgesetzt.

Nachdem sich der Rhein in der vorher beschriebenen Weise vor den Gerüsten gestellt hatte, konnte man von der Eisdecke aus die Abbrucharbeiten besonders schnell betreiben, und es gelang, alle Holzteile oberhalb der Eisdecke, die dem

Fig. 78.



war. Das gesamte Treibeis konnte sonach nur durch die mittlere Stromöffnung ungehindert abtreiben. Infolgedessen stellte sich denn auch schon am 14. Dezember das Eis vor beiden Rüstungen in Form zweier rechtwinkliger Dreiecke fest, deren Hypothenusen sich linksseitig vom Strompfeiler 3 aus, rechtsseitig von der Mitte des Montagegerüsts aus nach den Ufern oberhalb der Brücke erstreckten, Fig. 78. Das rechtsseitige Eisdreieck wuchs ebenfalls nach und nach bis zum Pfeiler 4 hin. Beim Erscheinen des ersten Treibeises war die nächste Sorge darauf gerichtet, das noch im Gebrauch befindliche rechtsseitige Gerüst zu schützen, auf welchem die

Fig. 79.

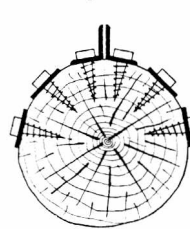
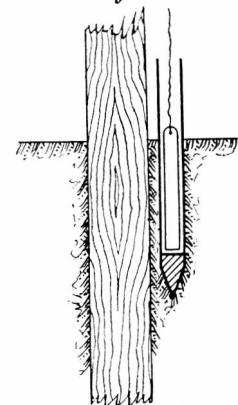


Fig. 80.



Abtreiben des später aufbrechenden Eises hätten hinderlich sein können, zu beseitigen. Nur die Pfähle mussten einstweilen stehen bleiben. Man war entschlossen, sie zu opfern, besonders, da für das linke Bauwerk nichts mehr zu fürchten war. Durch diese Arbeiten war zunächst erreicht, dass dem zu erwartenden Aufbrechen und Losgehen des Eises zwei Abzugwege, die linke und die mittlere Stromöffnung, zugebott standen.

An und für sich konnten die vor den Gerüsten stehenden Eisdreiecke, nachdem sie sich ohne Schaden für die Gerüste

Datum	Temperatur °R	Wasserstand nach Wormser Pegel m	Bemerkungen
			Beginn der Montage am 9. November 1899
11. Dezember 1899	- 9	- 0,25	Beginn des Treibeises { Ausfahrt der Wormser Schiffbrücke
12. » »	- 8	- 0,35	
13. » »	- 11	- 0,40	Der Rhein kommt vor den Gerüsten zum Stehen
14. » »	- 12	- 0,50	
15. » »	- 13	- 0,45	
16. » »	- 5	- 0,37	Abgang der Eisdreiecke
17. » »	- 4	- 0,33	
18. » »	- 11	- 0,62	
19. » »	- 9 1/2	- 0,72	
20. » »	- 7	- 0,72	
21. » »	- 8	- 0,71	
22. » »	- 9 1/2	- 0,71	
23. » »	- 6	- 0,73	
24. » »	- 4	- 0,73	
26. » »	- 3	- 0,73	
27. » »	- 3 1/2	- 0,50	Beseitigung von Gerüstpfählen aus der linken Stromöffnung
28. » »	- 1	- 0,45	
29. » »	- 1	- 0,45	Neckareis treibt vorbei Brücke fertig zusammengebaut
30. » »	- 1	- 0,50	
31. » »	+ 2	- 0,20	Treibeis aus den Altwässern
1. Januar 1900	+ 2	+ 0,15	
2. » »	+ 3	+ 0,86	
14. » »	- 6	+ 0,25	
15. » »	- 8	+ 0,10	
16. » »	+ 1	+ 0,03	
20. » »	- 1	+ 3,40	
7. Februar »	-	-	

Zwecke wurden 65 mm weite hohle Rohre mit einer als Verschlussstück dienenden Spitze dicht an den Pfählen eingerammt. In diese Rohre wurde eine mit Dynamit gefüllte Blechbüchse an der Zündschnur hinabgelassen (Fig. 80) und entzündet. Rohr und Pfahl wurden dann durch die Entladung abgeschlagen. Weitere 10 Stück stehengebliebene Stäbe dieser Rüstung wurden am 5. Februar in gewöhnlicher Weise von Prähmen aus herausgezogen.

Die Nacht vom 28. Dezember 1899 brachte den starken Eisgang des Neckareises, der jedoch ebenfalls ohne Beschädigung der rechtsseitigen Rüstung vorüberging; ebenso war es am 2. Januar 1900 mit dem Eise der Altwässer. Bei diesem letzten Eisgange war die Wirkung der Armierung der Gerüstpfähle gut zu beobachten. Die vor die Rüstung treibenden Eisschollen, welche nicht unmittelbar durch die Winkeleisen geteilt wurden, stellten sich meist aufrecht und zerbrachen durch den Wasserdruck.

Der Abbruch des rechtsseitigen Montagegerüsts erfolgte in der Zeit vom 7. Februar bis 24. März, an welchem Tage die letzten Pfähle unter Anwendung von Spülpumpen mit 1 oder 2 Spülrohren ausgezogen wurden.

4) Die mittlere Stromöffnung.

Das Aufstellungsgerüst für diese Stromöffnung ist dem Wesen nach den Rüstungen für die Seitenöffnungen gleich, da die Felderteilung überall dieselbe ist; nur mussten entsprechend der größeren Stützweite 2 Gerüstjoche zugefügt und das Obergerüst, entsprechend der größeren Bogenhöhe, um 2 1/2 m höher gemacht werden. Sonach bestand das Gerüst aus 15 Pfahljochen zu 5 Pfählen, 17 Untergerüstbindern zu 5 Ständern und 17 Obergerüstbindern zu 4 Ständern; vergl. Fig. 81.

Am 18. April 1900 begann die Rammarbeit, und am 20. Juni war das ganze Hilfsbauwerk einschließlich des fahrbaren Montagekranes fertig.

Die Eisenteile wurden wie bisher größtenteils mit Schiff zugeführt, auf dem rechten Ufer gelöscht und auf dem Lagerplatz sortiert. Um sie aufs Gerüst zu heben, war über der dritten Vorlandöffnung ein fester Bockkran mit beweglicher Laufkatze vorgesehen. Von hier aus benutzte man die fer-

tigen Brücken zum Weitertransport auf das Gerüst der Mittelöffnung.

Am 26. Juni wurde mit der Zulage der Horizontalzugbänder begonnen und im übrigen der bereits früher geschilderte Arbeitsgang eingehalten. Die Brücke wurde am 21. September, also 2 5/6 Monate nach Beginn der eigentlichen Montagearbeiten, losgeschlagen, was bei 1060 t Gewicht einer monatlichen Leistung von $\frac{1060}{2\frac{5}{6}} = 374$ t gleichkommt.

Die Durchbiegung ergab sich bei den Hauptträgern zu 52 mm, während theoretisch 69,7 mm ermittelt worden waren.

IX. Zusammenstellung der verarbeiteten Massen und der Baukosten.

Im Anschluss an die Fertigstellung der Mittelöffnung und mit den Hauptaufstellungsarbeiten gleichzeitig, wurden die noch zu leistenden Nebenarbeiten ausgeführt, welche die Gesellschaft Harkort mit übernommen hatte, wie die Herstellung und Lieferung der hölzernen Beläge, der Anstreicherwagen und Besichtigungslaufstege, der die Fußwege beiderseits abschließenden Geländer, der Ausschmückung der Endvertikalen der Stromöffnungen usw., sowie schliesslich die Legung der Schienenwege und die Besorgung des Anstriches.

Diese Arbeiten erstreckten sich bis in die letzten Tage vor der Einweihung, die wir heute festlich begehen. Vom ersten Spatenstich bis zu diesem Festtage sind 2 Jahre 6 Monate 7 Tage verflossen.

Der Verlauf und das Ineinandergreifen der einzelnen Arbeiten ist aus der graphischen Darstellung, Fig. 82, leicht zu erkennen, während die in der genannten Zeit verarbeiteten Massen und die dadurch entstandenen Baukosten in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt sind.

Kostenzusammenstellung ausschließlich der staatlichen Verwaltungskosten für Bauleitung usw.

Nr.	berechnete Massen	Gegenstand	Einheitspreis	Kostenbetrag	
				einzeln M	im ganzen M
A) Pfeilerbauten.					
1	7630 cbm	Beton 1:3:6	18,30	139 629,00	
2	4850 »	» 1:4:7	17,50	84 875,00	
3	5690 »	Bruchsteinmauerwerk	25,00	142 250,00	
4	1040 »	Basaltlava-Blendquader	100,00	104 000,00	
5	2780 »	Sandstein-Blendquader	105,00	291 900,00	
6	1060 qm	Schichtsteinverblendungen	22,00	23 320,00	
7	118 cbm	Granit-Auflagerquader	130,00	15 340,00	
8	810 m	hölzerne Spundwände	—	55 050,00	
9	74 »	eiserne »	—	14 800,00	
10	15300 kg	Pfahlschuhe	0,325	4 970,00	
11	—	sonstige Arbeiten: Erdarbeiten, Grundpfähle, Aushau der Türme usw.	—	93 866,00	
		zusammen			970 000,00
B) Eisenkonstruktionen.					
12	155,604 t	Senkkasten	300,00	46 681,20	
13	2786,824 »	Stromöffnungen	340,00	947 520,16	
14	2474,126 »	Flutöffnungen	310,00	766 979,06	
15	55,878 »	desgl. Futtereisen	295,00	16 484,01	
16	44,015 »	Besichtigungsstege	388,00	17 077,82	
17	10,503 »	Anstreicherwagen	450,00	4 726,35	
18	1056,830 cbm	Eichenholz für Schwellen und Bohlenbelag	152,00	160 638,16	
19	1870,000 m	Legen des Oberbaues	2,00	3 740,00	
		zusammen			1 963 846,76
C) Allgemeine Kosten.					
20	—	Einrichtung von Lagerplätzen, Bauhöfen usw.	—	30 000,00	
21	—	Herstellung der Gerüste	—	129 818,00	
22	—	Einstellen von Dampfbooten, Wahrschaudienst	—	100 000,00	
23	—	Aufsichtskosten, Plänebearbeitung	—	30 000,00	
		zusammen			289 818,00
		Gesamtkosten			3 223 664,76

Eine Darstellung des fertigen Bauwerkes ist der vorliegenden Schrift als Textbild beigegeben.

X. Schlusswort.

Gleichzeitig mit der Ausführung des Brückenbaues über den Rhein wurden die Zufahrtrampen beiderseits des Rheines angelegt, und zwar linksrheinisch bis zum Anschluss an den Bahnhof Worms, rechtsrheinisch bis zum Bahnhof Hofheim i/R. bzw. zur Einmündung in die Bahnlinie Rosengarten-Lampertheim. Außerdem wurde das zweite Gleis der Strecke Hofheim i/R.-Biblis und das Verbindungsgleis zwischen Bahnhof Worms und den städtischen Hafenanlagen zur Ausführung gebracht.

Infolge der niedrigen Lage des Gelände waren, besonders rechtsrheinisch, bedeutende Anschüttungen erforderlich. Das Schüttungsmaterial wurde durch Baggerungen im Rhein 1 km unterhalb der Brückenbaustelle gewonnen. Die einschlägigen Arbeiten begannen im Herbst 1898 und waren am 30. November 1900 beendet. Sie umfassen die Baggerung, den Transport und den Einbau von 475 000 cbm Dammmaterial, die Herstellung von 12 000 cbm Beton und Mauerwerk für die Wegunterführungen und Durchlässe, die Lieferung und Aufstellung von 170 t Eisenwerk für einzelne nicht mit Gewölben ausgeführte Bauwerke und die Legung von rd. 14 km Gleis. Die Erd-, Beton- und Maurerarbeiten sowie die Legung der Gleise außerhalb der Rheinbrücke waren der Firma Philipp Holzmann & Co. in Frankfurt a/M. übertragen, während die Gesellschaft Harkort in Duisburg die eisernen Brücken ausführte.

Was die Arbeitsgüte, die Arbeitsmafsregeln sowie die Förderung der Bauarbeiten im ganzen betrifft, so kann den beteiligten Unternehmerfirmen das beste Zeugnis ausgestellt werden. Es darf die Ausführung der Gründungen und des Mauerwerkes der Rheinbrücke seitens der Firma R. Schneider in Berlin wie auch die der ähnlichen Arbeiten für die kleineren Brücken in den Zufahrtlinien seitens der Firma Philipp Holzmann & Co. in Frankfurt a/M. als musterhaft bezeichnet werden; nicht minder die Bearbeitung und der Aufbau des Eisenwerkes seitens der Gesellschaft Harkort in Duisburg. Besonders hervorzuheben sind noch die klare Einzeldurchbildung und die sorgfältige und genaue Aufstellung des Eisenwerkes, endlich die zweckentsprechenden Gerüste dieser Firma, auf welchen die Montage mit großer Sicherheit für die Arbeiter bewerkstelligt werden konnte. Die Bauarbeiten verliefen ohne Verlust von Menschenleben.

Aufser dem Verfasser, welchem die Bauleitung übertragen war, sind bei den Vorarbeiten und der Bearbeitung und Prüfung der Entwürfe für die Ausführung die großherzogl. Regierungsbaumeister J. Jordan und K. Barth sowie Ingenieur G. von Höfslin tätig gewesen.

Die Firma R. Schneider war vertreten durch ihren Generalbevollmächtigten und ausführenden Ingenieur H. Steiner, die Gesellschaft Harkort in Duisburg unter der technischen Leitung der Direktoren Seifert und Backhaus durch Ingenieur L. Hahner und die Firma Philipp Holzmann & Co. in Frankfurt a/M. durch Ingenieur H. Hottes.

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA
WYDZIAŁ ARCHITEKTURY
KATEDRA KONSTRUKCJI
BUDOWLANYCH

B1-7

8 III

WYDZIAŁ