

DIE BAUTECHNIK

Alle Rechte vorbehalten.

Die Tiefbauarbeiten der Shannonwasserkraftanlage in Irland.

Von Regierungs- und Baurat Friedrich Heintze, Oberingenieur der Siemens-Bauunion G. m. b. H., Kommanditgesellschaft.

Die Größenzahlen der Großwasserkraftanlage am Shannon zur Elektrizitätsversorgung Irlands sind in einem kurzen Bericht der „Bautechnik“ 1927, Heft 1, S. 18, nach einem Vortrage des Herrn Oberingenieur Reichard von den Siemens-Schuckertwerken bereits veröffentlicht worden. Die ge-

mit dem Einlaufbauwerk zu errichten, und vom Wehr bis Killaloe ist der Shannon teilweise einzudeichen, ferner sind verschiedene, der Schifffahrt dienende Anlagen zu schaffen. Weiter ist, vom Einlaufbauwerk beginnend, der rund 12 km lange Obergraben, der die Shannonschleife nordöstlich von Limerick abschneidet, das Krafthaus mit Wasserschloß, Rohrleitungen bei rd. 30 m Gefälle und der Untergraben von 2 km Länge herzustellen. Letzterer leitet das Wasser nach Kraftabgabe kurz oberhalb Limerick wieder in den Shannon zurück.

Der zukünftige Ober- und Unterkanal soll auch der auf dem Shannon bestehenden Schifffahrt dienen. Zurzeit wird diese Schifffahrt zwischen dem Wehr und Limerick durch einen kleinen Schifffahrtskanal mit sechs Schleusen geleitet, um die gefällreiche Strecke des Shannonbogens zu umgehen. Das am Krafthaus zusammengefaßte Gefälle wird für die Schifffahrt durch eine Schleusentreppe von zwei Schachtschleusen von je 15 m Gefällhöhe überwunden.

Die Arbeiten im oberen Abschnitt und am Lough Derg umfassen zusammen rd. 1,2 Mill. m³ Erdbewegung und kleinere Betonarbeiten. Sie bieten nichts Bemerkenswertes. In der Staustrecke zwischen Wehr und Killaloe, im Obergraben und Untergraben einschließlich Wehr und Krafthausbaustelle sind im ganzen rd. 1 Mill. m³ Fels auszuheben und rund 6 Mill. m³ Boden zu bewegen. Das Krafthaus mit Schleusenanlage, sowie



Abb. 1. Übersichtsskizze der rd. 100 km langen Baustrecke.

samtlichen Tiefbauarbeiten des Shannonwerkes werden von der Siemens-Bauunion ausgeführt und wurden Ende des Jahres 1925 begonnen. Sie erstrecken sich (Abb. 1) über eine Länge von rd. 100 km zwischen der Stadt Limerick am Shannon bis zu dem kleinen Ort Banagher am gleichen Fluß und gliedern sich in drei Hauptteile.



Abb. 2. Lageplan der Hauptarbeiten zwischen Limerick und Killaloe.

Auf der Strecke Banagher—Portumna sind Eindeichungsarbeiten des Shannon, kleinere Wehrbauten und in der Hauptsache Meliorationsarbeiten zu leisten, da sich der Stau des im Shannon zu bauenden Wehres bis etwa in die Mitte der Strecke Banagher—Portumna erstreckt.

Der Lough Derg, in den sich der Shannon bei Portumna ergießt, stellt den zweiten Bauabschnitt dar. An diesem See sind auch nur Ein-

Wehr mit Einlaufbauwerk sind die bedeutendsten Kunstbauten. Außerdem sind vier Straßenbrücken über den Ober- und Unterkanal und acht Dächer zu erstellen. In alle Kunstbauten sind rd. 200 000 m³ Beton und Eisenbeton einzubauen.

Für die gesamten zu leistenden Massen ist ein Massenausgleich angestrebt und gefunden worden. Abb. 3 zeigt einen Längsschnitt des

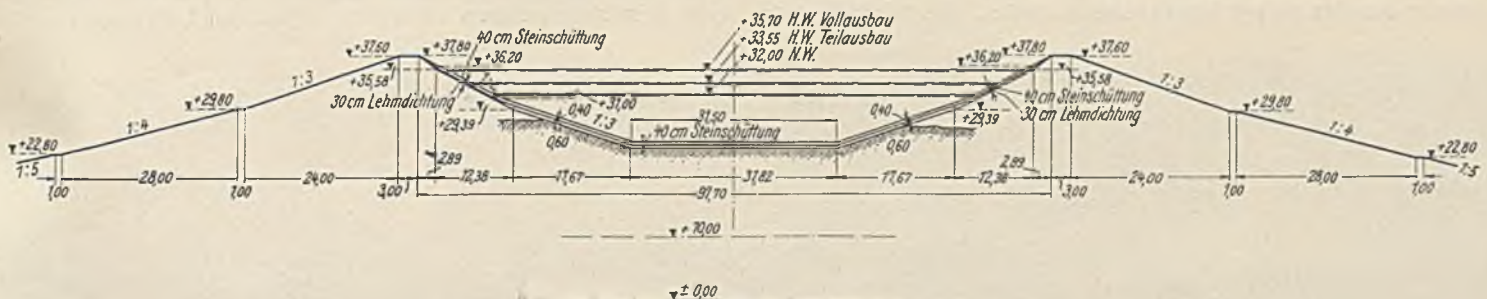


Abb. 4. Querschnitt des Oberkanals mit hohen Dämmen.

deichungs- und Meliorationsarbeiten in verhältnismäßig geringem Umfange auszuführen. Er dient als Hauptspeicherbecken, das beim ersten Ausbau der Wasserkraft rd. 186 Mill. m³ Wasser, beim Vollausbau rd. 827 Mill. m³ Wasser aufspeichern kann.

Der dritte und Hauptabschnitt der Tiefbauarbeiten erstreckt sich vom Ende dieses Sees, von dem Städtchen Killaloe bis nahe an Limerick (Abb. 2). In diesem Hauptabschnitt ist der Wehrbau im Shannon unterhalb Killaloe

Unter- und Oberkanals bis zum Wehr. Es sind im Oberkanal Längsdämme bis 18 m Höhe erforderlich. Der gesamte Aushub des Unter- und Obergrabens wird zur Herstellung dieser Dämme und der Deiche oberhalb des Wehres verwendet. Abb. 4 gibt einen Normalquerschnitt des Oberkanals, der in seinen Abmessungen nahezu an die Größe des erweiterten Kaiser-Wilhelm-Kanals in Deutschland heranreicht. Der Felsaushub wird erstens zur Gewinnung des Zuschlagstoffes für den Beton,

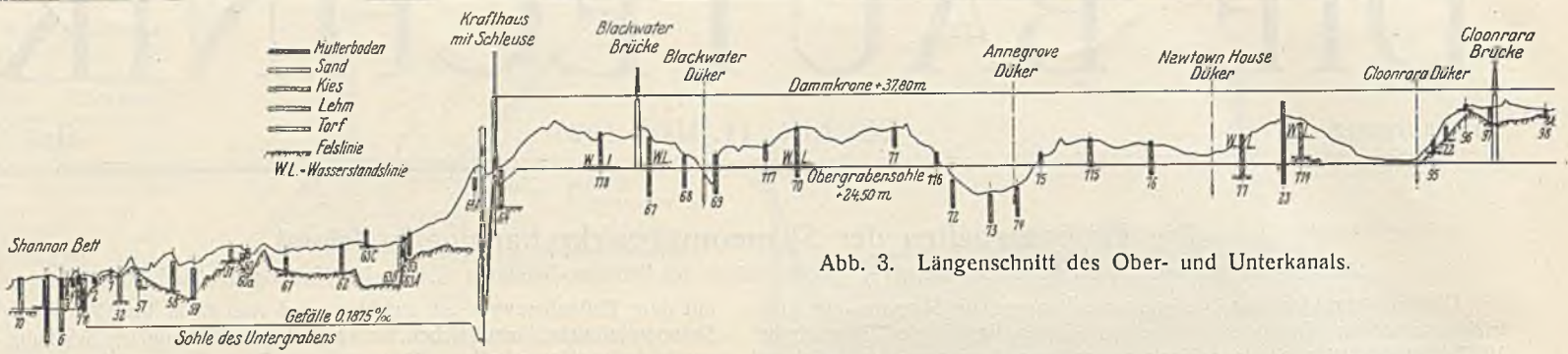


Abb. 3. Längenschnitt des Ober- und Unterkanals.

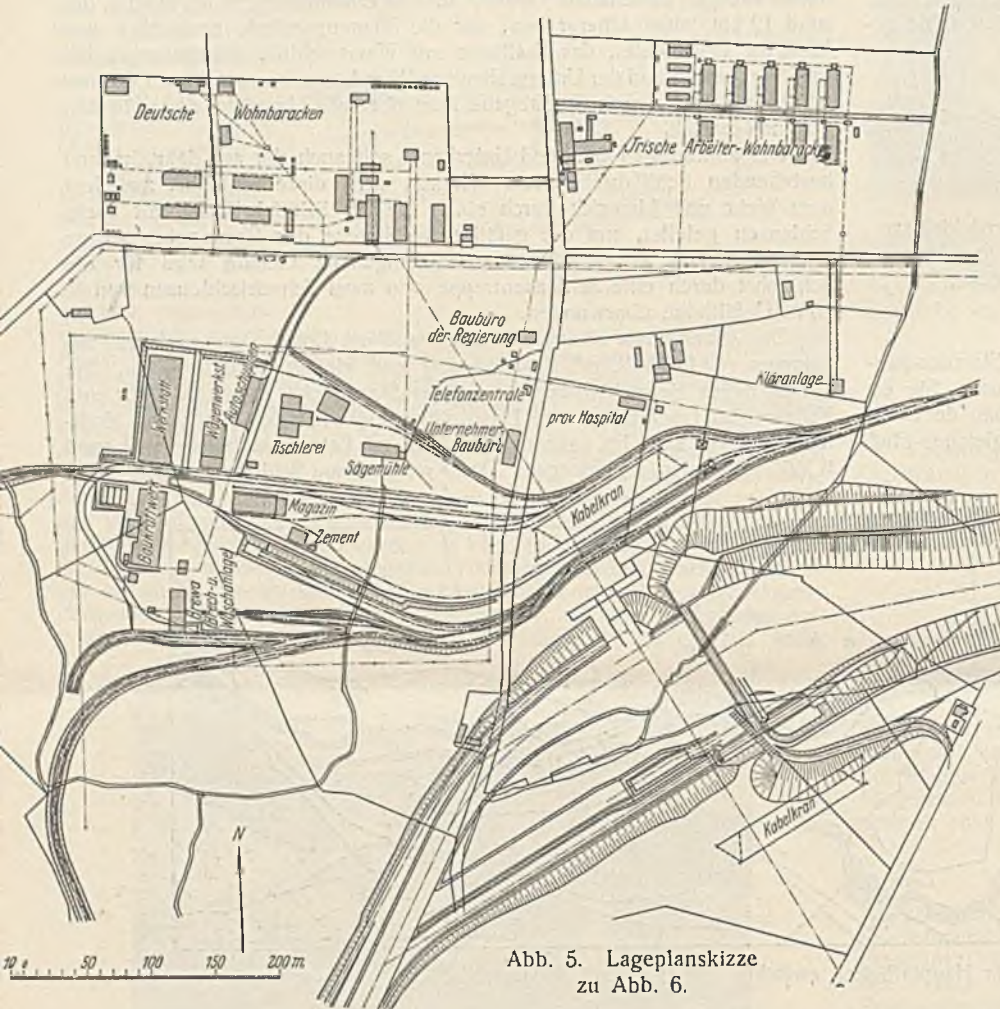


Abb. 5. Lageplanskizze zu Abb. 6.

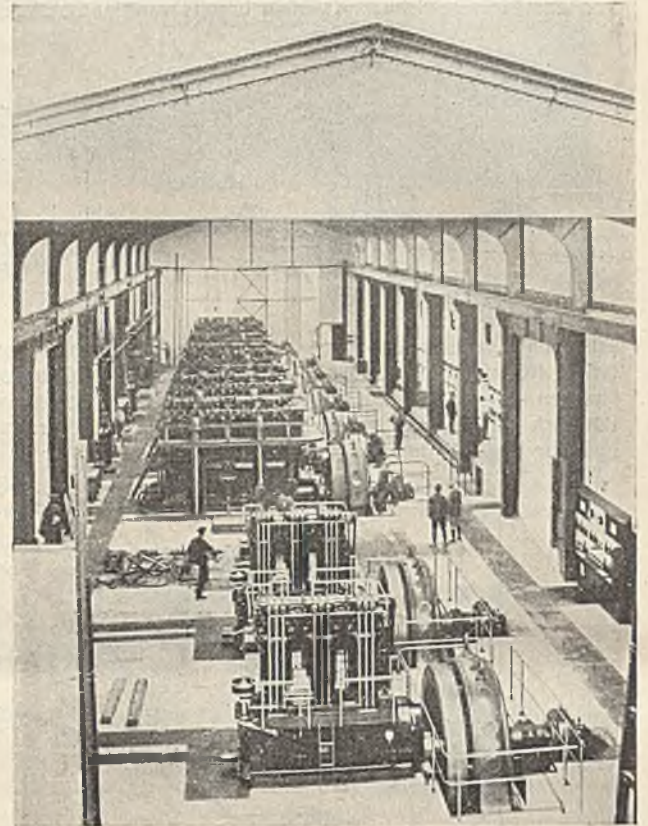


Abb. 7. Innenansicht des Baukraftwerkes mit 7 Krupp-Dieseln von je 500 PS, 2 Deutz-Dieseln von je 250 PS, Schalteinrichtung und Generatoren von Siemens-Schuckert.

zweitens zu Grobschotter für die Abdeckung des Oberkanalsprofils und drittens zur Dammsicherung verwendet.

Die gesamten, recht umfangreichen und infolge der Boden- und Wetterverhältnisse ziemlich schwierigen Tiefbauarbeiten müssen in einem Lande ausgeführt werden, das eine ausschließlich landwirtschaftliche Bevölkerung hat; nur in den von der Baustelle weit entfernten, östlichen Teilen der Insel findet sich eine geringe Anzahl Industriearbeiter. Aus diesem Grunde

wurde zur Bewältigung der zu leistenden Arbeiten die Maschine in weitgehendem Maße eingesetzt. Als Antriebskraft dient ein Baukraftwerk von rd. 4000 PS, das durch Dieselmotoren angetrieben wird (Abb. 7). Über die gesamte Baustrecke von Limerick bis Killaloe führt eine 17 000-V-Hochspannungsleitung, die allen elektrisch betriebenen Baumaschinen den Strom von diesem Baukraftwerk zuführt. Elektrische Antriebskraft hat die Mehrzahl aller Baumaschinen. Nur die eingesetzten Löffelbagger und die



Abb. 6. Ansicht der Hauptbaueinrichtung mit durch Eimerkettenbagger ausgehobener Baugrube des späteren Kraftwerkes. Blick nach dem Untergraben.

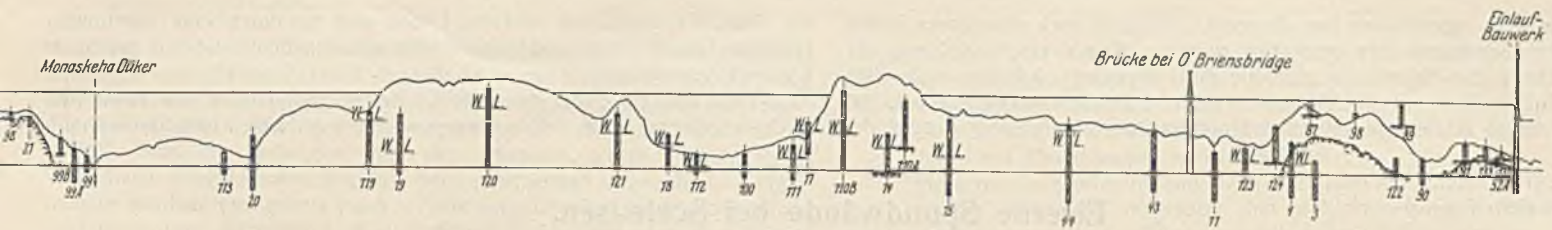


Abb. 8. Brech- und Waschanlage für Schotter, Splitt und Sand in Ardnacrusha. Rechts das Baukraftwerk.

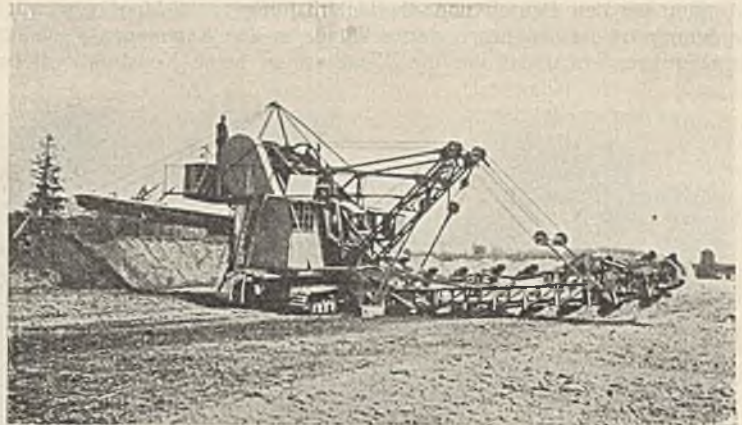


Abb. 9. Abdeckung von Mutterboden durch Eimerkettenraupenbagger.

Lokomotiven für den Erd- und Felstransport haben Dampftrieb, und außerdem werden noch bewegliche Krane und Eimerkettenraupenbagger mit kompressorlosen Dieselmotoren betrieben.

Zur Bewältigung der Erdarbeiten sind sechs elektrische Eimerkettenbagger von 250 l Eimergröße und drei 2-m³-Löffelbagger eingesetzt. Für die Felsarbeiten arbeiten sieben 2-m³-Löffelbagger, und für Nebenarbeiten und Mutterbodenabdeckung sind vier kleinere Löffelbagger und sieben kleinere Eimerkettenbagger tätig. Nahe dem zukünftigen Kraftwerk ist die Hauptbaueinrichtung des gesamten Baues zentralisiert (Abb. 5 u. 6). Hier befinden sich außer dem Baukraftwerk die Hauptwerkstätte, die Hauptmagazine, eine irische und eine deutsche Arbeiterbarackenstadt, ferner eine große Brech- und Waschanlage zur Herstellung von Sand, Splitt und Schotter aus dem gewonnenen Felsen (Abb. 8), außerdem eine Menge kleinerer aus Abb. 5 u. 6 ersichtlicher Nebenanlagen.

Für die Herstellung der großen, mit sehr flachen Böschungen versehenen Dämme längs des Oberkanals mußten bedeutende Flächen vom Mutterboden befreit werden. Hierfür sind mit Erfolg Eimerkettenraupenbagger mit einem 12 m langen Gurtförderband eingesetzt worden (Abb. 9). Diese Bagger arbeiten zu mehreren zusammen und nehmen den das erste Mal durch den Gurtförderer abgesetzten Mutterboden nochmals auf, um ihn ein zweites Mal zur Seite zu setzen. Es erübrigt sich hierbei die Einsetzung von Transportzügen, und der Mutterboden liegt am Fuße des zukünftigen Dammes zu dessen Abdeckung wieder bereit.

Die Dämme selbst, die bei Anwendung der üblichen Dammbauweise mit Dammkippen recht schwierig herzustellen gewesen wären, weil große Mengen Lehm- und Mergelboden bei starkem Regenwetter zu verarbeiten sind, werden durch große Absetzmaschinen hergestellt (Abb. 10). Diese erlauben auch die höchsten, am Oberkanal vorkommenden Dämme zu schütten, und decken gleichzeitig die Dämme mit Mutterboden ab.

Von den erwähnten Kunstbauten zeigt die Abb. 11 den größten, bisher fertiggestellten Ducker, der einen Fluß von 50 m³/Sek. Hochwasser unter dem Oberkanal und an dieser Stelle 18 m hohen Seitendämmen hindurchführt.

Für den gesamten Bau der Tiefbauarbeiten der Shannonwasserkraft sind 3 1/2 Jahre Bauzeit vorgesehen, und in dem bisher verfloßenen reichlich einen Jahr ist mit einer Arbeiterschaft von rd. 2500 Mann, wovon etwa 300 deutsche Arbeiter sind, der Bau gut gefördert worden.

Die gesamten Baustoffe, mit Ausnahme des Zementes, und alle Bau- und Kraftmaschinen wurden aus Deutschland bezogen und im Hafen

Limerick an Land gebracht. Da die Baustelle selbst keinen Vollbahnanschluß hat, so mußten vom Hafen Limerick sämtliche Geräte und Stoffe mittels Lastautos zum Anfangsbahnhof der Bauschmalspurbahn (90 cm Spur) gefahren werden. Diese beginnt am Ende des Untergrabens, außerhalb



Abb. 10. Aushub des Oberkanals durch zwei elektrische Eimerkettenbagger und Schütten der Dämme durch zwei Absetzmaschinen.

Limericks, und läuft bis zum Wehr. Sie dient außer den obigen Zwecken auch den Erd- und Felstransporten der gesamten Bauarbeiten.

Unter Berücksichtigung der abgelegenen Lage der Baustelle in einem wenig bevölkerten, nur Landwirtschaft aufweisenden Teil Irlands mußten



Abb. 11. Einlauf des ersten fertiggestellten Kunstbaues: Blackwaterducker mit 50 m³/Sek. Durchflußleistung unter 18 m hohen Kanaldämmen.

zu den dem eigentlichen Bau dienenden Anlagen noch eine ganze Reihe solcher allgemeiner Art geschaffen werden. Die deutsche Kolonie, die sich längs der Baustelle durch die 300 deutschen Arbeiter und etwa 100 Angestellten mit ihren Familien für die Bauzeit entwickelt hat, hat daher außer zahlreichen deutschen Holzhäusern auch eine deutsche Schule,

ein Kino, Kantinen und deutsche Läden und ist durch eine regelmäßig fahrende Omnibuslinie und Autoverkehr untereinander und mit der Stadt Limerick verbunden.

Über den Fortgang der Arbeit, die in Irland von der deutschen Technik geleistet wird, soll in einigen weiteren Aufsätzen berichtet werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Eiserne Spundwände bei Schleusen.

Von Oberbaurat Kölle, Bremen.

Eine für den Betrieb und die Unterhaltung von Schleusen wichtige Forderung ist die möglichst glatter Wände in den Kammern. — „Glatt“ dahin zu verstehen, daß vor die Wandfluchten keine Konstruktionsteile,

können — werden ebenfalls bis in die Mauerflucht versenkt. Man läßt lieber die Schiffe an der Mauerfläche entlanggleiten (die Mannschaft wird zum fleißigen Gebrauch der Fender verpflichtet und daraufhin vom



Abb. 1. Dalben vor dem Unterhaupt der großen Schleuse.



Abb. 2. Leitwerk aus Dalben vor dem Unterhaupt der großen Schleuse.

wie Reibehölzer, Gurtungen (von Leitern oder Halterungen und ähnlichem ganz zu schweigen) hervorragen. Bei gemauerten Schleusenwänden (Beton oder etwa verblendeten Mauern) ist dies leicht durchzuführen. Die Leitern

Schleusenpersonal kontrolliert), als daß man die Schiffe (namentlich auch die Radkasten der Schlepddampfer) hinter vorspringende Konstruktionsteile haken läßt, dabei nicht nur sich selbst beschädigend, sondern auch diese Konstruk-

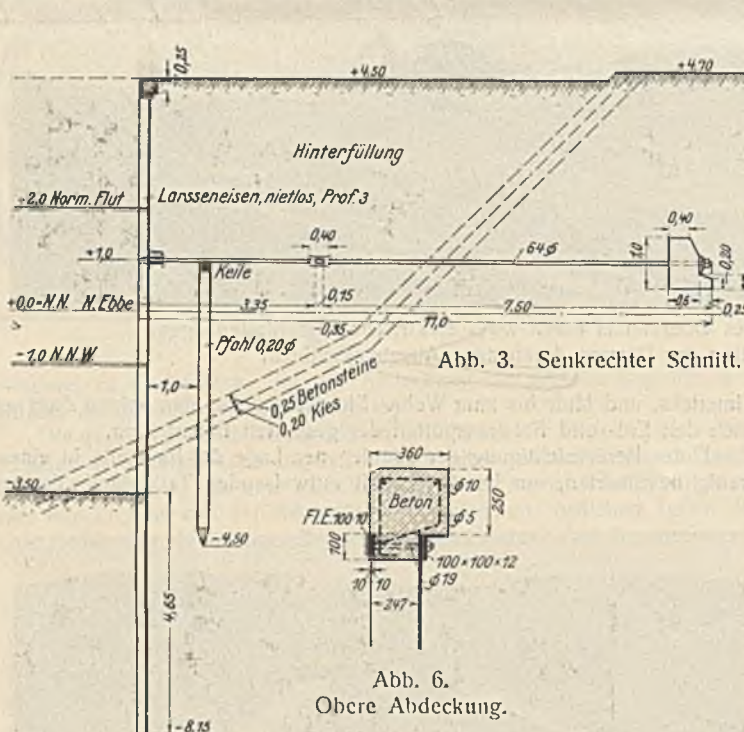


Abb. 3. Senkrechter Schnitt.

Abb. 6. Obere Abdeckung.



Abb. 5. Wagerechter Schnitt.

werden in Nischen angelegt, die Halteringe oder -haken in versenkten Kästen, die Reibehölzer — die nicht als „Reibe“-hölzer dienen sollen, sondern als Holz, gegen die die Schiffer ihre eisernen Haken ansetzen

tionsteile stark beanspruchend und abnutzend. Die wagerechten Gurtungen von Spundwänden werden den Schiffen dadurch gefährlich, daß beim Füllen oder Entleeren der Schleuse die Schiffe sich unter die Gurtung haken oder darauf setzen können. Wenn, wie gesagt, bei gemauerten Wänden die Forderung einer glatten Fläche leicht durchzuführen war, so war dies bei Spundwänden der Gurtung wegen, und auch weil man oft nicht auf die „Reibehölzer“ verzichtete, schwieriger, weil man sich nicht entschließen konnte, die Wände so zu konstruieren, daß sie auch „glatte“ Flächen ergaben.

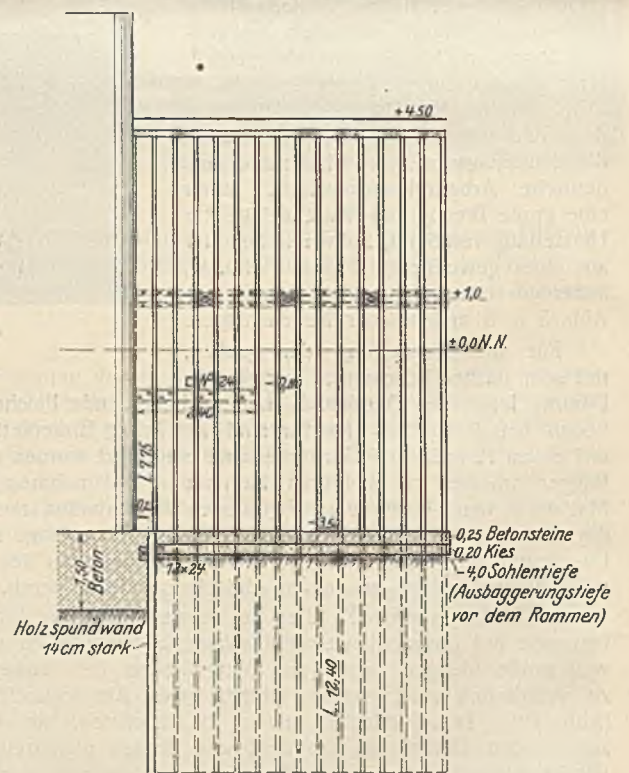


Abb. 4. Vorderansicht.

Eine weitere wichtige Forderung bei Schleusen ist die der möglichst schlanken und glatten Einfahrt der Schiffe in die Kammern. Rechtwinklig abschließende Häupter, gegen die die befestigten Böschungen der Unter- oder Oberkanäle stoßen, sind sehr ungünstig, weil die Schiffe leicht davorlaufen. Man hat deswegen wohl den Häuptern schräg in den Kanal verlaufende Flügelmauern gegeben oder „Leitwerke“ angeordnet. Flügelmauern werden, wenigstens wenn sie die erforderliche Länge haben sollen, sehr teuer, und „Leitwerke“, d. h. meistens Dalben mit oder ohne Längs-Verbindung aus Balken oder Bohlen, haben wieder den großen Nachteil, daß die Schiffe hinterhaken und in der Fahrt gehemmt werden. Aber auch für die Unterhaltung sind sie sehr nachteilig, weil sie infolge der starken Inanspruchnahme häufig ausbesserungs- und erneuerungsbedürftig werden — abgesehen von der verhältnismäßig geringen Lebensdauer wegen des Morschwerdens (bei Holzkonstruktion 15 bis 20 Jahre). Vor aufgelösten Eisenbetonkonstruktionen ist zu warnen, weil sie gegen Schiffstöße nicht genügend „Masse“ bieten und ohne Schutz durch Reibehölzer nicht der unmittelbaren Berührung mit den fahrenden Schiffen ausgesetzt werden sollten. Spundwände wiederum bieten die oben erwähnten Nachteile, falls sie in der üblichen Ausführung (Gurtung und Reibehölzer) hergestellt werden.

Bei der Schleuse der Wehranlage bei Bremen sind nun als Leitwerke an den Unterhäuptern nachträglich Larssen-Spundwände angeordnet worden, bei denen die Gurtung auf die Rückseite der Spundwand gelegt und Reibehölzer weggelassen wurden, so daß die eiserne Wand eine „glatte“ Fläche bildet, an der die Schiffe unmittelbar und ohne Schaden für sie und die Wand entlangscheuern können.

Die Bezeichnung „glatte“ Fläche ist bei Larssen-Spundwänden nicht etwa deshalb eine Illusion, weil jede zweite Bohle „einspringt“. Diese Einbuchtungen geben den Schiffen keine Möglichkeit des Hinterhakens, weil sie zu eng sind. Es darf also in diesem Sinne wohl von einer glatten Fläche gesprochen werden.

mitgenommen, daß eine Erneuerung unbedingt erforderlich war. Wenn aber das vorhandene Leitwerk ersetzt werden sollte, so war anzustreben, dabei möglichst drei Hauptforderungen zu erfüllen:

1. Eine schwer zu unterhaltende steile Böschung war in unmittelbarer Nähe des Unterhauptes zu vermeiden.
2. Holzene Leitwerke in aufgelöster Konstruktion (Dalben), die sehr starker Abnutzung ausgesetzt sind und daher hohe Unterhaltungskosten verursachen, sollten ebenfalls vermieden werden.
3. Es sollte möglichst eine glatte Fläche ohne Reibehölzer geschaffen werden, die Schiffstöße unmittelbar aufnehmen und ein möglichst schlankes, d. h. durch keine vorspringenden Konstruktionsteile behindertes Einfahren aus dem Unterkanal in die Kammer gewährleisten sollte.

Diesen Forderungen entsprach am besten eine eiserne Spundwand, die (im Grundriß) von der landseitigen Hauptecke schräg in die Böschung des Unterkanals einschneidet, also gewissermaßen eine trichterförmige Einfahrt ergab. Um die Forderung einer „glatten“ Wand vollkommen zu erfüllen, wurde dann (hier wohl zum ersten Male) die Gurtung auf die Rückseite der Wand gelegt. Es widerstrebt einem natürlich, diese vom rein theoretischen und konstruktiven Standpunkte aus etwas verpönte (manche werden sagen „fehlerhafte“) Anordnung auszuführen. Aber andererseits war doch zu überlegen, ob man sich nicht mit einer weniger „einwandfreien“

Konstruktion begnügen sollte (die natürlich immerhin noch die Standsicherheit der Wand gewährleisten würde), falls man dadurch die außerordentlichen Vorteile einer glatten Wand erreichte. Anordnung der Larssenwand und Einzelheiten sind aus Abb. 3 bis 6 hinreichend ersichtlich.

Die Spundwand hat sich in betrieblicher Hinsicht aufs Beste bewährt. Sie kann Stöße vertragen, und die Schiffe können ruhig an ihr entlangscheuern, ohne daß sie dadurch abgenutzt oder gefährdet wird. Wenn man erlebt hat, was die Unterhaltung der Reibehölzer vor der älteren



Abb. 7. Neues Leitwerk vor dem Unterhaupt der großen Schleuse aus Larssen-Spundwänden, von der Kaimauer aus gesehen.

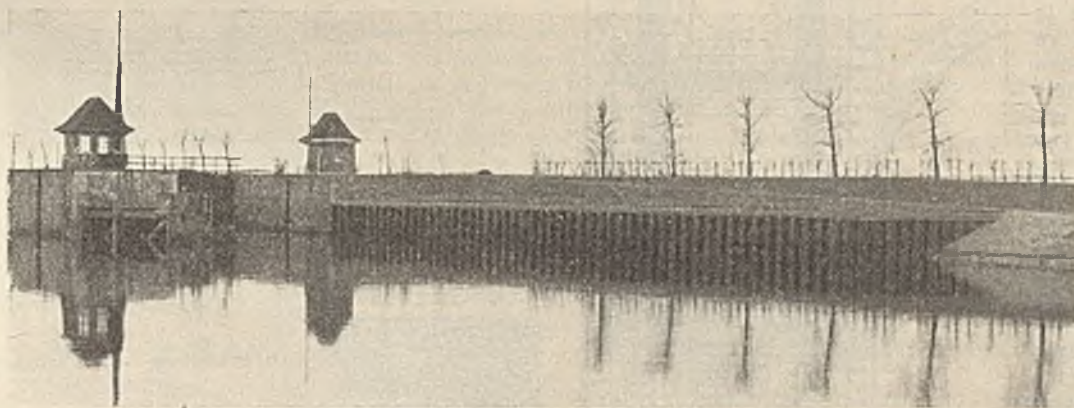


Abb. 8. Neues Leitwerk vor dem Unterhaupt der großen Schleuse aus Larssen-Spundwänden, von Unterwasser gesehen.

Beim Bau der fraglichen Schleusen, einer Schleppzugschleuse von 350 m und einer kleinen Schleuse von 70 m Länge, im Jahre 1907/08 sind die landseitigen Kammerwände als Larssen-Spundwände ausgeführt worden in der üblichen Anordnung mit vorn liegender Gurtung und Reibehölzern. Die Mittelmauer (zwischen beiden Schleusen) ist in Beton mit Klinkerverblendung ausgeführt und bietet eine vollkommen glatte Fläche. Die befestigten Unterkanalböschungen liefen stumpf gegen die rechtwinklig abgeschnittenen Unterhäupter. Am Unterhaupt der großen Schleuse waren von der landseitigen Ecke des Hauptes aus als Leitwerk Dalben mit verbindenden Längsbohlen angeordnet (Abb. 1 u. 2). Die bei der Entleerung der Schleusen entstehenden heftigen Wirbel und Strömungen griffen den Fuß der 1:1 geneigten Böschung in der Nähe des Unterhauptes stark an, so daß trotz häufiger Ausbesserungen ständig Rutschungen eintraten, durch die auch die Schifffahrt gefährdet war, weil sich die abgerutschten Pflasterungssteine auf der Sohle ablagerten. Weiter waren nach etwa 15 Jahren die Leitwerkdalben durch die Schiffstöße und die natürliche Vermorschung derart

Kammerspundwand für Kosten und unbequeme Instandsetzungsarbeiten verursacht und wofür schlechtes Aussehen die stark in Anspruch genommenen Reibehölzer gaben, so springt der große Vorteil der hinten verankerten Spundwand besonders in die Augen. Sie verursacht sozusagen gar keine Unterhaltungsarbeiten, als höchstens von Zeit zu Zeit einen Rostschutzanstrich, und gewährt immer ein tadelloses Aussehen (Abb. 7 u. 8). Diese Vorteile begünstigen m. E. die Verwendungsmöglichkeiten von Larssen-Spundwänden. Sie werden bei Anwendung dieser Bauweise leichter mit gemauerten Schleusenwänden oder Bollwerken in Wettbewerb treten können und sind in dieser Ausführung gerade als Leitwände vor Schleusen unübertrefflich. Die verhältnismäßig geringen Mehrkosten, die etwa durch die besondere Ausbildung der hinten liegenden Gurtung entstehen, werden durch die erwähnten Vorteile mehr als reichlich aufgewogen. Auf Grund der guten Bewährung bei der Bremer Schleuse sind auch bereits anderwärts mehrfach Larssen-Spundwände mit hinten liegender Verankerung ausgeführt worden.

Ergebnis des engeren Ausschreibens zur Erlangung von Entwürfen für den Bau einer festen Straßenbrücke über den Rhein in Köln-Mülheim zum Ersatz der Schiffbrücke.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dr.-Ing. e. h. Dr. techn. h. c. Schaper.

(Fortsetzung aus Heft 9.)

6. Entwurf: „Colonia magna“ (Abb. 18). Verfasser: Hein, Lehmann & Co., Düsseldorf, für die eisernen Überbauten; Wayss & Freytag, Frankfurt a. M., für die Unterbauten und Dipl.-Ing. M. Faber für den künstlerischen Teil.

Im Hauptentwurf wird der Rhein von einem vollwandigen, zum größten Teil über der Fahrbahn liegenden, 209,3 m weit gespannten Bogen ohne Zugband und von einem vollwandigen, unter der Fahrbahn liegenden, 98 m weit gestützten Bogen überbrückt (Abb. 18). An den kleinen Strom-

an denen er die Fahrbahn durchschneidet, 4,7 m und an den Kämpferlagern 1,8 m. — Die unter der Fahrbahn liegenden Überbauten und die seitlichen Teile des großen Stromüberbaues sollen auf geramten Gerüsten und der mittlere Teil des letzteren auf eingeschwommenen Rüstträgern zusammengebaut werden. Der große Überbau soll als Dreigelenkbogen aufgestellt werden. Das Scheitelgelenk wird erst nach dem Aufbringen der ganzen ständigen Last geschlossen. Als Baustoff für die eisernen Überbauten ist Siliziumstahl vorgeschlagen.



Abb. 18. Entwurf: „Colonia magna“. Gesamtansicht der Brücke.

überbau schließen sich zur Überbrückung des linksrheinischen Flutgebietes vier Überbauten mit unter der Fahrbahn liegenden Bogenträgern von 70,5 m, 56,8 m, 46,9 m und 40,3 m Spannweite an. Die linksrheinische Hafentbahn, der Deichweg und die Mülheimer Freiheit werden von Blechträgerüberbauten und die Mülheimer Werft von einem Gewölbe überspannt. In einem Nebenentwurf schlagen die Verfasser vor, den rechtsrheinischen Uferpfeiler unmittelbar an das Ufer heranzurücken und dadurch die Spannweite des großen Stromüberbaues auf 203,3 m einzuschränken. Das Ufergleis muß in diesem Falle landeinwärts um den Pfeiler herumgeführt werden.

Der große Stromüberbau hat zwei Hauptträger, die andern Bogenträgerüberbauten haben je sechs Hauptträger, von denen die beiden mittleren und links und rechts von diesen je die beiden äußeren je zu einem besonderen, von den beiden andern vollständig getrennten Überbau zusammengefaßt sind. Der mittlere Überbau trägt die Straßenbahn-, später die Schnellbahngleise, jeder der beiden äußeren Überbauten eine Straßenfahrbahn und einen Fußweg. Die Kämpfer der unter der Fahrbahn angeordneten Bogen liegen auf einer geraden geneigten Linie, die am Widerlager vor dem Deichweg hochwasserfrei ausläuft.

Die Fahrbahnplatte des Straßendamms soll nicht aus Belageisen, sondern aus Buckelplatten gebildet werden, und die Querschwellen der Straßenbahn, später der Schnellbahn, sollen nicht in einem Schotterbett, sondern aus Gründen der Sparsamkeit in offener Konstruktion unmittelbar auf den Längsträgern gelagert werden. Sonst bietet die Durchbildung der Fahrbahn keine Besonderheiten. Auch die sehr gut durchgearbeiteten Einzelheiten der Bogenträger und ihrer Verbände entsprechen den üblichen bewährten Formen. Die Pfeilhöhe des 209,3 m weit gespannten Bogens mißt 30 m. Der Abstand der Hängestangen des großen Überbaues beträgt 16,1 m. Der Querschnitt des doppelwandigen Bogens und der Anschluß der Hängestangen am Bogen ist aus Abb. 19 zu ersehen. Die Stegblechhöhe des großen Bogens mißt in der Mitte 3,3 m, an den Punkten,

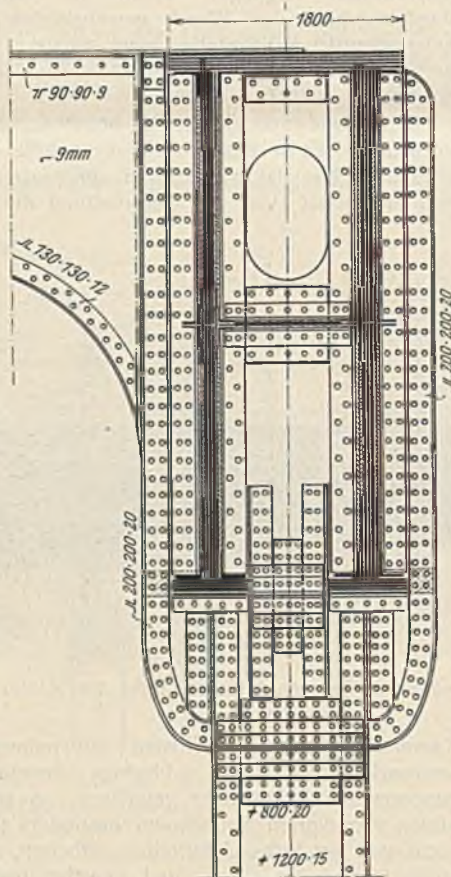


Abb. 19. Querschnitt durch den Bogen und Anschluß der Hängestangen.

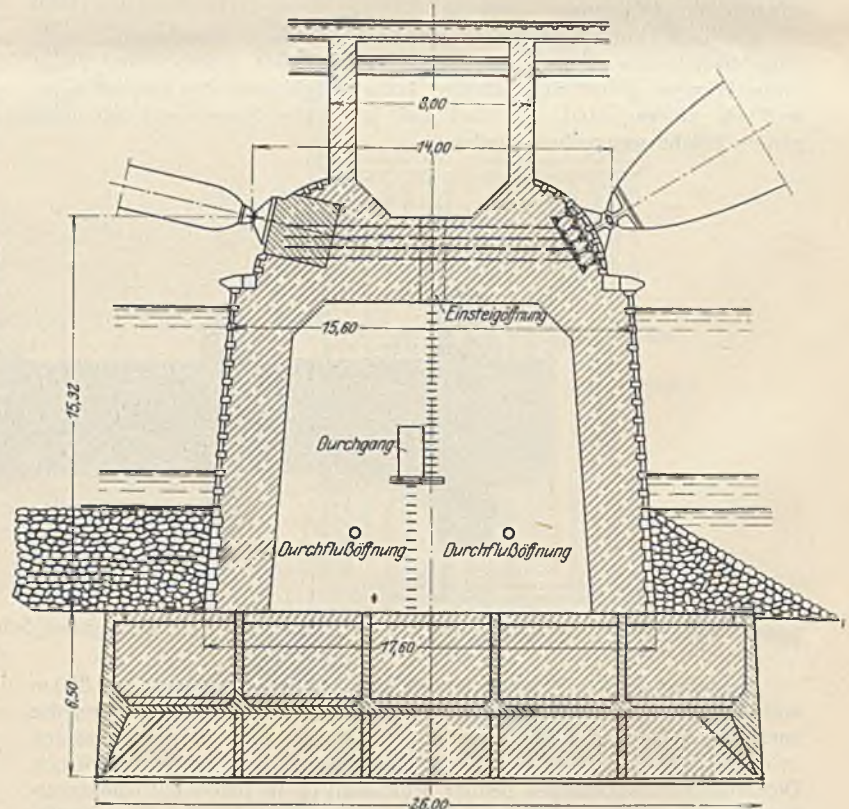


Abb. 20. Schnitt durch den Strompfeiler.

Die Kosten für die Ausführung nach dem Hauptentwurf sind zu 10 848 731 R.-M. veranschlagt.

Das Brückenbild dieses Entwurfes ist, wenn man von der Anordnung eines Strompfeilers absieht, als sehr gelungen zu bezeichnen. Ein Modell ließ die Schönheit der ganzen Überbrückung deutlich in die Erscheinung treten.

7. Entwürfe: „Von Ufer zu Ufer“. Verfasser: Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Werk Gustavsburg, für die eisernen Überbauten; Grün & Bilfinger A.-G., Köln, für die massiven Bauwerke

und die Unterbauten, und Baudirektor Adolf Abel, Köln, für den künstlerischen Teil.

a) Hauptentwurf „Balkenbrücke“ (Abb. 21 u. 22).

Der Rhein wird von einem über zwei ungleiche Öffnungen durchgehenden Parallelfachwerkträger überbrückt, dessen Aufschung nur aus Schrägstäben besteht. Pfosten sind vermieden worden, um in der Schrägansicht keine Durchschneidung von senkrechten und schrägen Stäben zu erhalten. Die Stützweite des Überbaues über der Hauptschiffahrtöffnung mißt 216 m, die des Überbaues über der kleinen Stromöffnung 123,72 m. Es sind zwei Hauptträger angeordnet, deren Höhe zwischen den Gurtnetzlinien 20 m beträgt. Die Feldweite ist 15,38 m.

Der Entwurf sieht für das erste Ausbaustadium zwei Möglichkeiten vor: erstens die Fußwege gemäß den Ausschreibungsbedingungen innerhalb der Hauptträger anzuordnen, zweitens die Fußwege von vornherein außerhalb der Hauptträger zu legen. Für den zweiten Fall würde der mittlere Teil der Brückenfahrbahn für den späteren Einbau der Schnellbahn vorläufig frei bleiben. Für den ersten Fall beträgt der Mittenabstand der Hauptträger 27 m, für den zweiten Fall 26,2 m.

Der große Überbau biegt sich unter der Verkehrslast nur 6,5 cm durch.

Das linksrheinische Flutgebiet wird von fünf Eisenbetongewölben an 33,59 m, 36 m, 38 m, 40 m und 42 m Lichtweite überbrückt; auch für die Überbrückung der Mülheimer Werft und der Mülheimer Freiheit sind Eisenbetongewölbe von 43 und 38 m Lichtweite vorgesehen. Über der linksrheinischen Hafensbahn und der Deichstraße liegen Eisenbetonplattenbalken-Überbauten.

Der große Überbau soll in einem Zuge vom Kölner Ufer aus nach dem Mülheimer Ufer zu in der Weise aufgestellt werden, daß zunächst der Überbau über der kleinen Stromöffnung auf festen geramten Gerüsten errichtet wird, dann die sich anschließende Hälfte des Überbaues über der großen Stromöffnung im freien Vorbau zusammengebaut und auf einem in der Mitte der großen Stromöffnung errichteten Hilfspfeiler abgesetzt wird und schließlich die andere Hälfte des großen Stromüberbaues wieder auf den aus der kleinen Stromöffnung entnommenen festen Gerüsten aufgestellt wird.

Einem Nebenentwurf der Verfasser liegt der sehr beachtenswerte Vorschlag zugrunde, die Überbrückung nicht für die Überführung der Stadtschnellbahn, deren Bau vielleicht erst in Jahrzehnten verwirklicht wird, herzurichten. Der Mittenabstand der Hauptträger des Stromüberbaues verringert sich dadurch auf 17,6 m. Als Baustoff für den Stromüberbau sieht der Nebenentwurf Siliziumstahl vor. Während der nach den Ausschreibungsbedingungen durchgeführte Hauptentwurf für den Stromüberbau ein Gewicht von 14 600 t ergibt, beträgt dies Gewicht nach dem



Abb. 21. Entwurf: „Von Ufer zu Ufer“. Hauptentwurf: Balkenbrücke. Seitenansicht rheinaufwärts.



Abb. 22. Entwurf: „Von Ufer zu Ufer“. Hauptentwurf: Balkenbrücke. Schrägansicht.

unter sich 9 m. Die Fahrbahn der Stadtschnellbahn wird erst später bei Bedarf eingebaut; an der übrigen Fahrbahn brauchen dabei keinerlei Änderungen vorgenommen zu werden. Die Querträger der Fahrbahn der Schnellbahn stützen sich gelenkig auf kleine Konsolle der mittleren Versteifungsträger. Die beiden Überbauten links und rechts können sich daher für sich durchbiegen, ohne Zwangungen in den Fahrbahnanteilen der Schnellbahn hervorzurufen.

Ein Vorteil der Anordnung von vier Hauptträgern ist auch der, daß die eine Brückenhälfte schon dem Verkehr übergeben werden kann, während an der anderen Hälfte noch gearbeitet wird. Außerdem ermöglicht es die Anordnung von vier Hauptträgern, die Fußsteige und die Straßenfahrdämme gegen die in ihrer Höhenlage unabänderlichen Schnellbahngleise so weit zu heben, daß die vollwandigen Versteifungsträger nur 1,1 m über die Fußsteige und die Straßenfahrdämme hinausragen (Abb. 25). Die S.-O. der Schnellbahn liegt 2,1 m unter der Oberkante der Versteifungsträger, so daß bei einer Höhe des Wagenfußbodens von 1 m über S.-O. auch die Fahrgäste der Schnellbahn einen freien Blick über die Versteifungsträger hinweg auf die Umgebung haben.

Der mittlere Überbau der Hängebrücke überspannt die Hauptschiffahrtöffnung mit einer Stützweite von 247,2 m, die beiden seitlichen



Abb. 23. Entwurf: „Von Ufer zu Ufer“. Hauptentwurf: „Hängebrücke“. Gesamtansicht der Brücke.

Nebenentwurf nur 8320 t. In den äußeren Formen schließt sich der Nebenentwurf dem Hauptentwurf eng an.

Der Strompfeiler und die beiden Uferpfeiler sollen im Druckluftverfahren, die anderen Pfeiler und Widerlager in offener Baugrube gegründet werden.

b) Hauptentwurf: „Hängebrücke“ (Abb. 23).

Die Hängebrücke selbst lehnt sich in ihrer äußeren Form an die von den Entwurfsverfassern erbaute, unübertreffliche Hängebrücke über den Rhein zwischen Köln und Deutz an. Auch im vorliegenden Falle ist wie in Köln-Deutz eine in sich verankerte Hängebrücke mit vollwandigen, nur 1,1 m über die Fußsteige sich erhebenden Versteifungsträgern gewählt. Für die Wahl dieser Bauart war es besonders zweckmäßig, nicht zwei, sondern vier Hauptträger anzuordnen (Abb. 24). Dabei sollen die Fußsteige außerhalb der äußeren Hauptträger auf Konsollen, die beiden Straßenfahrdämme mit den Straßenbahngleisen je zwischen einem äußeren und einem mittleren Hauptträger und die Stadtschnellbahngleise zwischen den beiden mittleren Hauptträgern liegen (Abb. 25). Der Mittenabstand der äußeren Hauptträger von den mittleren beträgt 10,6 m, der mittleren



Abb. 24. Entwurf: „Von Ufer zu Ufer“. Hauptentwurf: Hängebrücke.

Abb. 25. Entwurf: „Von Ufer zu Ufer“.
Hauptentwurf: Hängebrücke.
Querschnitt durch die Hängebrücke.

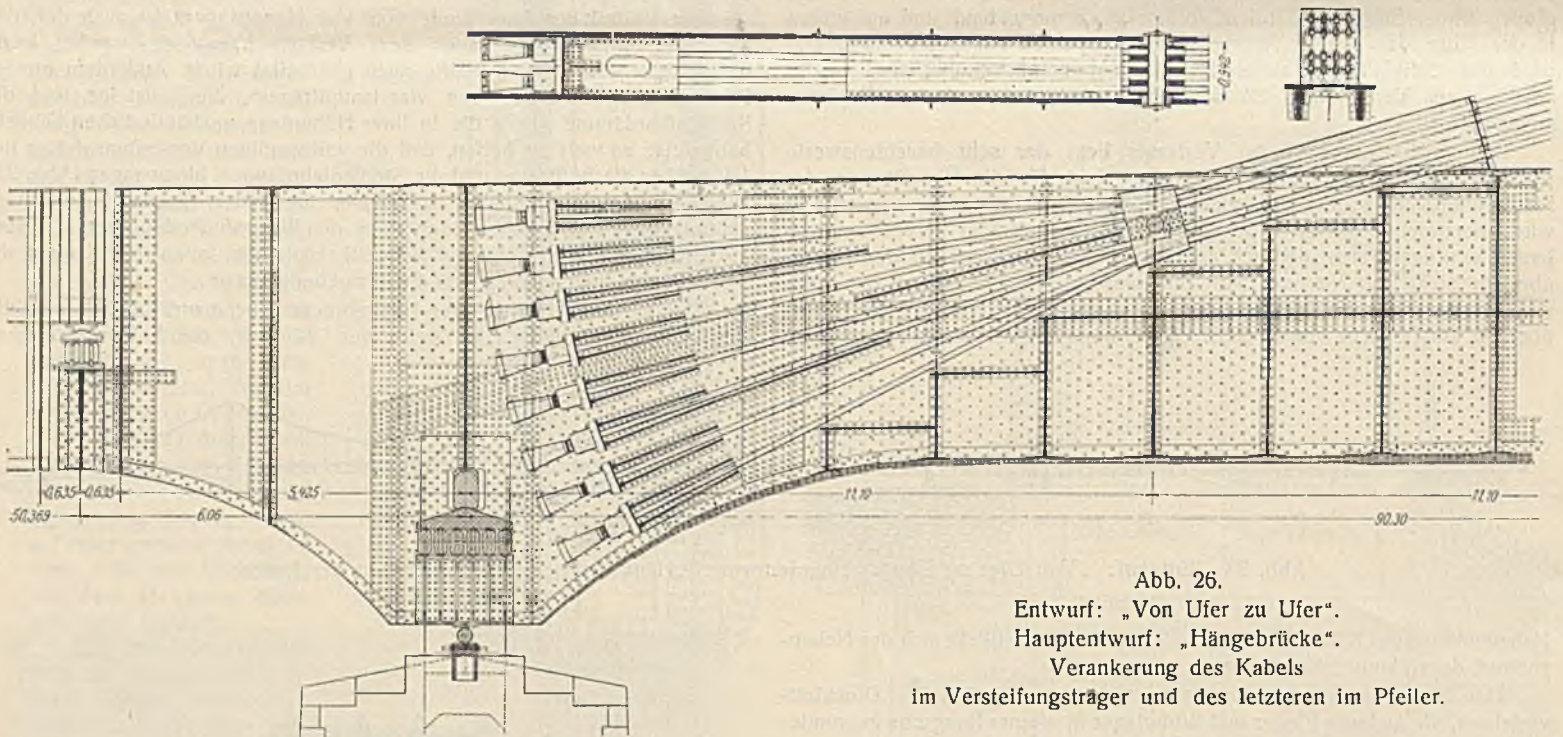
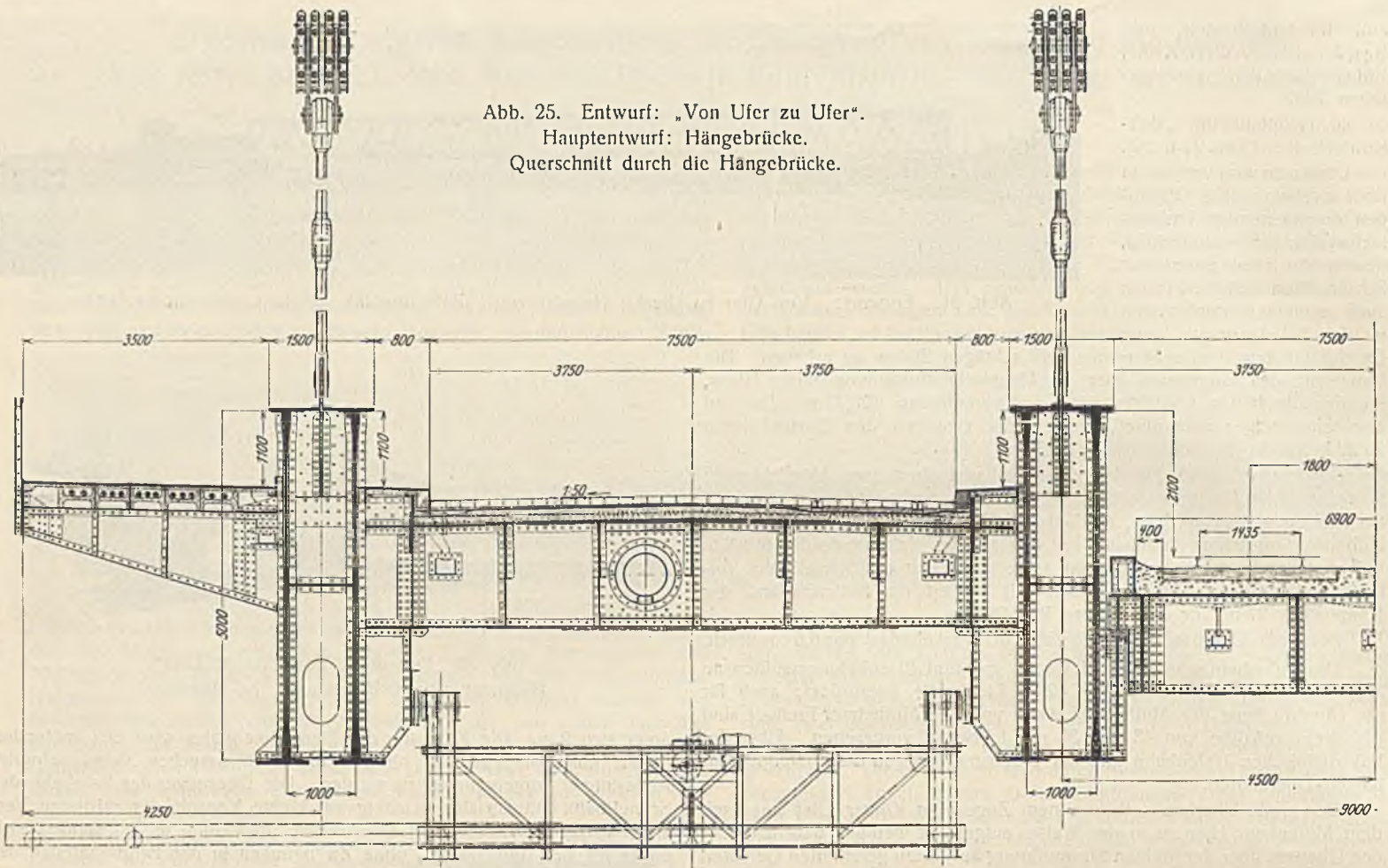


Abb. 26.
Entwurf: „Von Ufer zu Ufer“.
Hauptentwurf: „Hängebrücke“.
Verankerung des Kabels
im Versteifungsträger und des letzteren im Pfeiler.

Überbauten haben 90,3 m Stützweite. Der rechtsrheinische Seitenüberbau überbrückt die Mülheimer Werft und die Mülheimer Freiheit, der linksrheinische die kleine Stromöffnung.

Die Pfeilhöhe des Hängegurtes in der Mittelöffnung beträgt 26 m; die Schnittpunkte der beiderseitigen Seillinien über den Pylonen liegen 30,372 m und der tiefste Punkt des Hängegurtes in der Mitte der Mittelöffnung 3,2 m über der Oberkante der Versteifungsträger.

Die Hängegurte werden von je 16 voneinander getrennten Einzelkabeln patentverschlossener Konstruktion (Abb. 25), und zwar bei den beiden äußeren Tragwänden von 102 mm Durchm. und bei den beiden inneren Tragwänden von 108 mm Durchm. gebildet. Der Abstand der Kabel unter sich wird in den Anschlußpunkten der Hängestangen durch die Anschlußkonstruktion der letzteren gesichert. Die Anschlußkonstruktion ist in der

von den Verfassern schon früher angegebenen Art und Weise (vergl. „Schaper, Eiserne Brücken“, 5. Aufl., S. 408 und Abb. 692) durchgebildet. Durch die Bandagen greift ein Gelenkbolzen, auf dem an der Innenseite der äußeren Bandagen zwei Anschlußbleche sitzen. An diesen Blechen ist der geschmiedete Kopf der Hängestange gelenkig angeschlossen. Die aus einem Rundeisen bestehende Hängestange greift mit einem Gewinde in den Kopf und ist unten an dem Versteifungsträger gelenkig an einem Blech angeschlossen, das die Kopfplatten des Versteifungsträgers durchdringt und durch Querschotten an den Tragwänden befestigt ist. Die Hängestangen sind mit Spannschlössern versehen, um sie bei der Montage und nach Bedarf auch später nachspannen zu können.

Die Pylonen (Abb. 24) sind Pendelsäulen, die oben durch vollwandige Riegel miteinander verbunden sind. Sie haben quadratischen Querschnitt

mit vollen Blechen an den vier Außenseiten, mit vollwandigen Quer- und Längsaussteifungen und mit wagerechten Querschotten. Durch Mannlöcher ist für die Zugänglichkeit ihres Inneren gesorgt. Die Gesamthöhe der Pylonen einschließlich der Lager mißt 40,71 m. Die Kabel sind in einzelnen, miteinander verschraubten Sattelstücken über die Pylonenköpfe geführt.



Abb. 27. Entwurf: „Von Ufer zu Ufer“. Nebenentwurf: Große Hängebrücke.

Die Versteifungsträger sind doppelwandig (Abb. 25). Die Stegblechhöhe beträgt im mittleren Teil der großen Stromöffnung 5 m, nimmt nach den Pylonen allmählich bis auf 6,5 m zu und von da aus in den Seitenöffnungen wieder bis auf 4,5 m ab. An den Endauflagerpunkten ist der Untergurt stark herabgezogen (Abb. 26), um die für den Einbau der Kabelverankerung notwendige Höhe zu gewinnen. Der lichte Abstand der beiden Stegbleche beträgt 980 mm, die Breite der oberen Kopfplatten 1500 mm und der Zwischenraum zwischen den Fußplatten 350 mm. Querschotten und ein in halber Höhe der Stegbleche und in der ganzen Länge durchlaufendes wagerechtes Blech steifen die beiden Wände aus. Die größte Eisendicke außerhalb der Stöße beträgt 180 mm. Hierbei können noch Linsensenkniete von 29 mm Durchm. verwendet werden. An den Stößen, bei denen noch größere Eisendicken auftreten, sollen gedrehte Bolzen verwendet werden. Die Versteifungsträger sollen unter Einschaltung von drei Gelenken, je einem in der Nähe der Pylonen und einem in der Brückenmitte, die erst nach dem Aufbringen der ganzen ständigen Last geschlossen werden, aufgestellt werden, um für die ständige Last ein statisch bestimmtes, von Stützensenkungen unabhängiges Trägergebilde zu erhalten. Die Versteifungsträger durchdringen die Pylonen und ruhen hier mit Stelzenlagern auf den oberen Lagerkörpern der Pylonen. An den Enden der Seitenöffnungen treten keine positiven, sondern nur negative Auflagerkräfte auf, die durch kräftige Verankerungen aufgenommen werden müssen (Abb. 26). Kurz vor der Verankerung des Versteifungsträgers im Pfeiler sind die Kabel im Versteifungsträger verankert. An einem 11,1 m vom Auflager entfernten Punkte werden die 16 Seile in einer Schelle, die durch einen Gelenkbolzen mit den Wänden des Versteifungsträgers verbunden ist, strahlenförmig derartig auseinandergezogen, daß immer zwei Seile, und zwar nacheinander zwei innere und zwei äußere der einzelnen übereinander liegenden Lagen in einer unter einem Winkel gegen die Wagerechte geneigten Ebene liegen (Abb. 26). Zugleich werden die inneren Seile etwas schräg nach außen, die äußeren etwas schräg nach innen gezogen. Die Seile sind in Seilköpfen verankert, die sich auf vollwandige, an den Wandungen des Versteifungsträgers angeschlossenen Querverbindungen stützen. Die Seilköpfe haben, wie die Abbildung zeigt, Ansätze, durch die kräftige Rundisen mit Köpfen und Gewinden zum Nachspannen der Seile während der Aufstellungsarbeiten gesteckt werden. Über je zwei, zu einem Seilkopf gehörige Rundisen wird ein Querstück gesteckt, das mit Muttern nach außen gegen die Rundisen festgelegt wird. Unter das Querstück greift eine Druckwasserpresse, die sich mit einem I-Träger gegen das vorübergehend eigens zum Nachspannen der Seile hergerichtete Ende des Versteifungsträgers stützt. Die Seilköpfe sind mit Gewinde und Muttern ausgerüstet (Abb. 26). Durch Drehen der Muttern werden die Seilköpfe in der sich beim Nachspannen ergebenden Lage festgehalten. Die einzelnen Querverbindungen zwischen den Wandungen des Versteifungsträgers und die einzelnen Seile mit ihren Seilköpfen werden in der Reihenfolge von unten nach oben eingebaut.

Die senkrechte Verankerung des Versteifungsträgers im Pfeiler besteht aus zwei breiten Flacheisenbändern, die im Pfeiler einbetoniert sind und seitlich außen an den Wandungen des Versteifungsträgers liegen. Durch die Flacheisenbänder und durch Aussparungen an den Wänden des Versteifungsträgers greift ein Querbalken, an den der Versteifungsträger die nach oben gerichtete Auflagerkraft durch ein Stelzenlager abgibt. Flacheisenbänder, Querbalken und oberer Kippkörper des Stelzenlagers liegen gegen den Pfeiler fest. Der Versteifungsträger kann sich mit dem unter den Stelzen liegenden Lagerkörper durch Vermittlung der Stelzen gegen den Pfeiler in der Längsrichtung verschieben. Das kleine unter dem Versteifungsträger liegende Einrollenlager dient zum Regulieren der Höhenlage des Versteifungsträgers bei der Montage. Die Verankerungsflacheisen werden auf beiden Seiten an den Stellen, an denen sie beim Eintritt in den Pfeiler mit dem Beton in Berührung kommen, zum Schutz gegen den Rostgriff mit Verstärkungseisen versehen. Die Ausbildung der Fahrbahndecke und -tafel entspricht im allgemeinen den Ausschreibungsbedingungen.

Zur Aufnahme der auf die Fahrbahn und auf die Versteifungsträger wirkenden Wind- und Seitenkräfte ist je zwischen dem äußeren und mittleren Hauptträger ein über die drei Öffnungen durchgehender Wind-

verband angeordnet. Die auf die Seile entfallenden Windkräfte werden an den Verankerungen der Seile an den Enden der Versteifungsträger, an den Köpfen der Pylonen und in der Mitte der großen Stromöffnung durch eine biegefest ausgebildete Hängestange aufgenommen.

Auf der linken Rheinseite schließen sich zur Überbrückung des Flutgebietes fünf Blechträgerüberbauten an, deren Stützweiten 56,43 m, 49,73 m, 44,21 m, 44,21 m und 41,39 m betragen. Auch über den Flutöffnungen sind vier Hauptträger angeordnet, deren Mittenabstände 9,26 m, 9,0 m und 9,26 m betragen. Über der linksrheinischen Hafenbahn und der Deichstraße liegen ebenfalls Blechträgerüberbauten.

Die Bauart der in sich verankerten Hängebrücke hat gegenüber der Bauart mit Seilen, die in den Widerlagern verankert sind, hauptsächlich die Vorzüge, daß die Durchbiegungen unabhängig von der Wärmezunahme sind und überhaupt geringer ausfallen als bei außen verankerten Seilen und daß die Spannungen von gleichmäßiger Wärmeänderung in allen Gliedern der Hauptträger nicht beeinflusst werden.

Die Kabel haben eine Festigkeit von 145 kg/mm². Wegen einer etwaigen ungleichmäßigen Spannungsverteilung in den einzelnen Litzen ist nur mit einer Festigkeit von $0,9 \cdot 145 \text{ kg/mm}^2$ gerechnet, und die zulässige Beanspruchung ist zu $\frac{0,9 \cdot 145}{3} = 43,5 \text{ kg/mm}^2$ angenommen.

Als Baustoff für die übrigen Teile der Hauptträger und für die Fahrbahn ist St 48, in einem Nebenentwurf auch Siliziumstahl gewählt worden.

Die Durchbiegung unter der Verkehrslast in der Mitte der Hauptstromöffnung beträgt bei den äußeren Hauptträgern 52,8 cm und bei den inneren Hauptträgern 45,9 cm.

Da die Versteifungsträger den Zug der Kabel aufnehmen müssen, ist es notwendig, zuerst die Versteifungsträger aufzustellen. Erst dann können die Kabel verlegt werden. Die Versteifungsträger der linken Seitenöffnung werden auf festen gerammten Gerüsten, die der rechten Seitenöffnung auf festen, auf breiten Schwellenrosten ruhenden Gerüsten zusammengebaut. Die seitlichen Teile der Versteifungsträger der Mittelöffnung werden teils auf Pfahljochen, teils auf eisernen Rüstträgern, die von Pfahljochen gestützt werden, aufgestellt, der mittlere Teil wird im freien Vorbau zusammengebaut. Gleichzeitig werden die Pylonen errichtet. Alsdann werden die Kabel, die vorher mit der ganzen im Betriebe auf sie entfallenden Kraft gereckt, dann abgelängt und mit den Seilköpfen versehen sind, einzeln neben den Versteifungsträgern ausgelegt und in der Mitte der großen Stromöffnung von einem Bockgerüst aus mit einer Rolle angehoben, um zum Einfädeln der Seile in die Verankerungen die richtige Länge der Seile in der wagerechten Projektion herzustellen. Zunächst werden die beiden untersten Seile (Abb. 26) mit ihren Seilköpfen in die richtige Lage zu dem mit dem Versteifungsträger vernieteten unteren Teil ihrer Querverbindung gebracht, dann wird der obere Teil der Querverbindung eingebaut und vernietet. Dies Spiel wiederholt sich dann für die übrigen Seile. Die verankerten Seile werden schließlich unter Absenken der Rolle in Brückenmitte zu den Pylonenköpfen hochgezogen und dort an ihre endgültige Stelle gelegt.

Die beiden Pylonenpfeiler der Hängebrücke und die beiden Verankerungswiderlager sollen mit dem Druckluftverfahren, die anderen Pfeiler und Widerlager in offener Baugrube gegründet werden.

Ebenso wie beim Entwurf „Balkenbrücke“ ist auch für die Hängebrücke ein Vorschlag ohne die Schnellbahn bearbeitet worden. In der Seitenansicht ist er dem Hauptentwurf gleich. Statt vier Hauptträger sind nur zwei angeordnet; ihr Mittenabstand mißt bei der Hängebrücke 19 m, bei den Flutüberbauten 17,16 m. Die Fußsteige liegen auch hier auf Konsolen außerhalb der Hauptträger. Als Baustoff für die eisernen Überbauten ist, abgesehen von den Seilen, nur Siliziumstahl vorgesehen.

c) Nebenentwurf: „Große Hängebrücke“ (Abb. 27).

Dieser Entwurf wird gekennzeichnet durch eine gewaltig wirkende Hängebrücke, deren mittlerer Überbau die ganze bei Mittelwasser vorhandene Strombreite mit einer Stützweite von 339,4 m überspannt und deren Seitenarme auf der einen Seite die Mülheimer Werft und die Mülheimer Freiheit und auf der anderen Seite teilweise das linksrheinische Flutgebiet mit einer Stützweite von 89,76 m überbrücken. Auch hier



Abb. 28. Entwurf: „Das größere Köln“. Hauptentwurf A.

sind im Hauptvorschlag vier Hauptträger vorgesehen. Die Versteifungsträger sind auch in diesem Nebentwurf vollwandig und überragen Fußsteige und Straßenfahrdämme ebenfalls nur um 1,1 m. Die Versteifungsträger sind aber für den endgültigen Zustand keine durchlaufenden Träger, sondern Gerberträger mit Gelenken in den Seitenöffnungen. Die Kabel sind in den Seitenöffnungen nicht in Kettenlinien wie im Hauptentwurf (Abb. 23), sondern straff, also ohne Hängestangen geführt. Die Kabel stützen sich an den Enden der Versteifungsträger mit Umlenkungskörpern auf die Versteifungsträger und sind dann in den Widerlagern verankert, so daß der wagerechte Zug der Kabel nur teilweise von den Versteifungsträgern aufgenommen wird.

Die Durchbiegung in der Mitte der Mittelöffnung unter der Verkehrslast beträgt bei den inneren Hauptträgern 740 mm und bei den äußeren 855 mm.

Die Ausbildung der Kabel und der Anschlüsse der Hängestangen entspricht den entsprechenden Anordnungen im Hauptentwurf.

Die Höhe der Versteifungsträger beträgt in der Mittelöffnung 6,5 m, sie nimmt nach den Pylonen auf 9,25 m zu und in den Seitenöffnungen wieder auf 6 m ab.

An die linksrheinische Seitenöffnung schließen sich zur Überbrückung des Restes des Flutgebiets zwei Blechträgerüberbauten von 46,96 m Stützweite und ein Blechträgerüberbau von 41,09 m Stützweite an. Die Überbrückung der linksrheinischen Hafensbahn und der Deichstraße ist dieselbe wie im Hauptentwurf.

Auch für den Nebentwurf ist ein Nebenvorschlag für den Bau der Brücke ohne die Schnellbahn gemacht worden.

Die Kosten für die einzelnen Entwürfe und Nebenvorschläge stellen sich wie folgt:

1. Balkenbrücke. Fußwege innen.	St 48:	12 142 308 R.-M.
2. „ „ „	Si-Stahl:	11 745 688 „
3. „ „ „ außen.	St 48:	12 532 596 „
4. „ „ „	Si-Stahl:	12 128 516 „
5. „ Ohne Schnellbahn.	Si-Stahl:	8 615 199 „
6. Kleine Hängebrücke. 4 Hauptträger.	St 48:	16 914 046 R.-M.
7. „ „ 4 „	Si-Stahl:	16 442 574 „
8. „ „ 2 „	(ohne Schnellbahn) Si-Stahl:	12 263 556 R.-M.
9. Große „ 4 „	St 48:	30 158 360 R.-M. (überschläglich und unverbindlich)
10. „ „ 1 „	Si-Stahl:	29 262 850 R.-M. (überschläglich und unverbindlich).

8. Entwurf: „Das größere Köln“ (Abb. 28 u. 29). Verfasser: Felten & Guilleaume, Karlswerk A.-G., Köln-Mülheim, Professor Dr.-Ing. W. Schachenmeier, München, und Architekten H. Verbeck und E. Endler, Köln, in Verbindung mit den Firmen H. Pohlzig, Köln-Zollstock, und Fritz Pilgrim, Köln-Mülheim.

Mit Rücksicht auf das Mülheimer Hafenbecken und die neuen Hafenanlagen auf der linken Rheinseite gegenüber Mülheim schlagen die Verfasser vor, die Schifffahrt nicht durch den Einbau eines Pfeilers im Rhein zu behindern, sondern den Rhein in einer einzigen Öffnung zu überbrücken. Aus Schönheitsgründen wählen die Verfasser hierzu eine Hängebrücke, und zwar eine Kabelhängebrücke wegen des Umstandes, daß eine solche

ohne feste Gerüste und damit unabhängig von der Jahreszeit aufgestellt werden kann.

Das Brückenbauwerk gliedert sich in die Hängebrücke mit einem mittleren Überbau von 340 m Stützweite und mit zwei Seitenarmen, in die Flutbrücke, in die Überbrückung der Hafensbahn und des Deichweges und in die Überbrückung der Mülheimer Freiheit. Es sind zwei Hauptentwürfe A und B und je eine Nebenlösung zu den Hauptentwürfen bearbeitet worden. Bei den Entwürfen A sind sämtliche Überbauten mit Ausnahme der Verankerungsüberbauten auf dem linken Rheinufer in Eisenkonstruktion durchgebildet worden, bei den Entwürfen B ist die Mülheimer Freiheit von einem Betongewölbe überspannt. Die Rückhaltkabel der Hängebrücke sind in den Seitenöffnungen straff gespannt und in großen Betonkörpern verankert, von denen der rechtsrheinische jenseit der Mülheimer Freiheit liegt. Die beiden Versteifungsträger der Mittelöffnung sind bei allen Entwürfen Fachwerkparallelträger. Die Überbauten der Seitenöffnungen besitzen beim Hauptentwurf A (Abb. 28) als Hauptträger zwei durchlaufende Fachwerkparallelträger, und zwar linksrheinisch mit zwei Mittelstützen und rechtsrheinisch mit einer Mittelstütze. Beim Hauptentwurf B sind die Seitenüberbauten in der Längsrichtung ebenso gegliedert, es sind aber vier Hauptträger, und zwar Träger mit vollen Wänden angeordnet. Die einzelnen Öffnungen unter den Seitenarmen — drei auf der linksrheinischen und zwei auf der rechtsrheinischen Seite — haben gleiche Lichtweite. In den Nebentwürfen A und B (Abb. 29) sind die Seitenarme links- und rechtsrheinisch gleich lang gemacht und die Zwischenstützen fortgelassen. Während die Versteifungsträger in der Mittelöffnung bei allen Entwürfen mit ihren Obergurten weit über der Augenhöhe liegen, schneiden die Obergurte der Hauptträger der seitlichen Überbauten der Entwürfe A mit Geländeroberkante ab. Die seitlichen Überbauten der Entwürfe B liegen ganz unter der Fahrbahn.

Das linksrheinische Flutgebiet, die linksrheinische Hafensbahn und der Deichweg werden von durchlaufenden Blechträgern überbrückt.

Die Kabel der Hängebrücke bestehen aus je 37 einzelnen Seilen patentverschlossener Konstruktion, die dicht nebeneinander liegen, ein Sechseck bilden und durch zweiteilige gußstählerne Schellen an den Angriffspunkten der Hängestangen zusammengepreßt werden (Abb. 30). Die 70 cm dicken Kabel werden über den Pylonenköpfen zu breiten Bändern von 24 cm Höhe auseinandergezogen, um die Biegungsspannungen der Kabel an diesen Punkten auf ein Mindestmaß zu beschränken. Aus demselben Grunde sind die Kabel auf den Köpfen der Pylonen, die an ihren Fußpunkten gelenkig gestützt sind, auf besonderen gelenkig auf den Pylonenköpfen ruhenden, gußstählernen Sattelstücken gelagert. Die äußeren Randwickel der Kabel werden mit einer aus Asphalt und Leinöl hergestellten elastischen, aber niemals fließenden Masse, die in Stangenform gepreßt und in Stücken von etwa 2 m Länge eingelegt wird, gefüllt. Die inneren Wickel bleiben leer. An den Randern der Schellen greifen um die Kabel 0,7 mm dicke Blechstreifen, die in die Schellen hineingreifen, 30 mm über sie hinausragen und von den Schellen fest auf die Kabel gepreßt werden. Zwischen den Blechstreifen je zweier benachbarter Schellen wird das Kabel mit 0,7 mm dicken und 30 mm breiten Flacheisen durch eine besondere Maschine umwickelt. Die Berührungstellen der erwähnten Blechstreifen und der Flacheisen werden verlötet. Über die Flacheisenumwicklung wird eine Lage Asphaltfilz mit Asphaltmasse auf-



Abb. 29. Entwurf: „Das größere Köln“. Nebentwurf B.

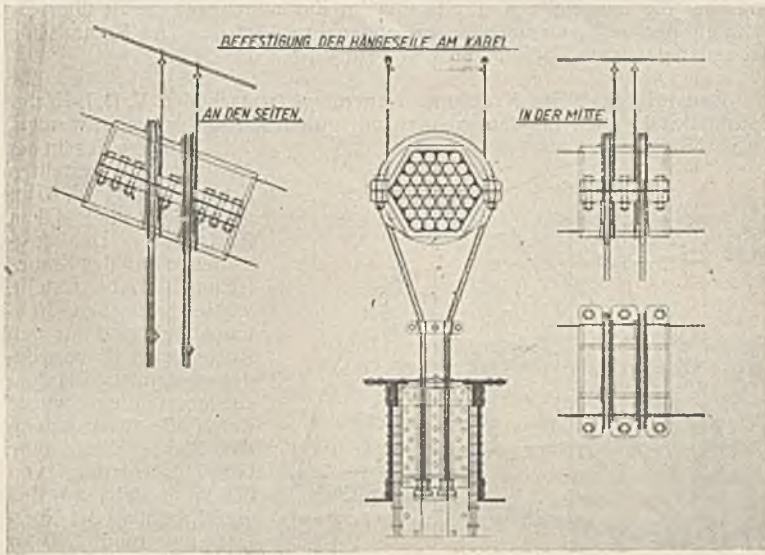


Abb. 30. Kabelschelle mit Hängeseilen.

geklebt. Darüber wird noch eine 0,7 mm starke Flacheisenumwicklung, die über die erwähnten Blechstreifen hinweg bis dicht an die Schellen heranreicht, hergestellt. Diese Umwicklung erhält einen Mennige-Grundanstrich und Ölfarben-Deckanstrich. Um die Kabel nachsehen und unterhalten zu können, sind über ihnen je zwei 25 mm dicke Seile als Geländerholme angeordnet (Abb. 30).

Die Schellen können bei der gewählten Art der Umwicklung unabhängig von dieser mit den Kabeln verbunden werden. Über jede Schelle werden zur Aufhängung der Versteifungsträger in Rillen zwei Hängeseile gelegt (Abb. 30). Die vier Enden der Hängeseile werden in Seilköpfen verankert, die ihr Lager an Querschotten zwischen dem Obergurt des Versteifungsträgers finden.

Die Pylonenständer haben zellenförmigen Querschnitt. Ihr Inneres ist durch Mannlöcher und Steigleitern zugänglich gemacht. Die Kabelsättel und die Pylonenköpfe sind je durch einen vollwandigen Riegel verbunden. Die Verbindung zwischen beiden Riegeln ist durch eine Flacheisenvergitterung hergestellt, die die Gelenkwirkung der Kabelsättel nicht beeinträchtigt. Unter den Riegeln liegt ein ellipsenförmiger Portalbogen (Abb. 31).

Die Versteifungsträger und die Hauptträger der Seitenöffnungen der Entwürfe A sind mit Gelenkstäben an den Pylonenständern aufgehängt. Die Fahrbahnlangsträger der Mittelöffnung und jeder der beiden Seitenöffnungen sind an dem unteren Querriegel jeder der beiden Pylonen fest angeschlossen, dagegen an den benachbarten Querträgern längsverschieblich gelagert. Die Längskräfte werden an diesen Punkten durch Pufferfedern aufgenommen. Die Dehnungsfugen der Mittelöffnung nehmen hierdurch nur die Hälfte der Werte an, die sich ergeben würden, wenn die Fahrbahn an der einen Pylone fest und an der andern längsbeweglich angeschlossen wäre.

Die Kabel sind in den Widerlagern mit Seilköpfen auf großen Trägerrosten, ähnlich wie es in „Schaper, Eiserne Brücken“, 5. Aufl., S. 418, Abb. 705, dargestellt ist, verankert.

Die Seile der Kabel werden in einer unmittelbar neben der Brückenbaustelle auf der linken Rheinseite eigens für den vorliegenden Zweck errichteten Seilfabrik hergestellt, mit Seilköpfen versehen und dann in einem neben der Seilerei liegenden Prüfstand auf ihre größte Gebrauchslast von rd. 400 t geprüft. Zu ihrer Verlegung dienen zwei von der Seilerei zum linken Widerlager und von dort über die Pylonenköpfe zum rechten Widerlager führende und um das nötige Maß über den Kabeln angeordnete Seilbahnen mit je zwei festen Tragseilen von 50 mm Durchm. und mit je einem über der Mitte der beiden Tragseile liegenden Zugseil. Auf den beiden Tragseilen jeder Seilbahn laufen in 5 m Abstand vierrädrige Wagengestelle, die mit in der Höhenrichtung verstellbaren Zangen die

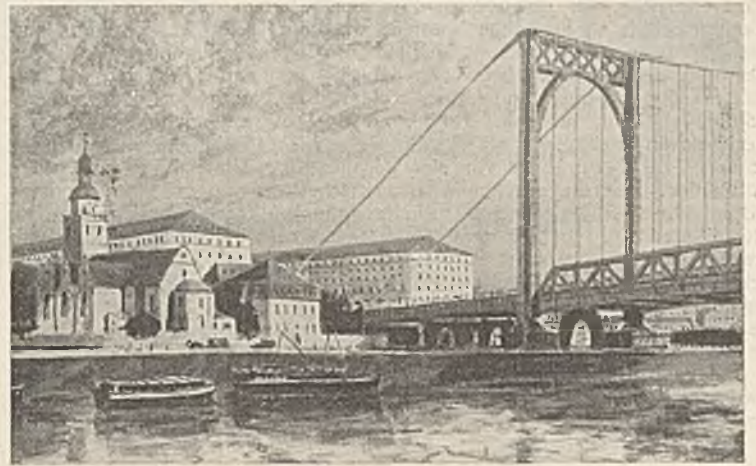


Abb. 31. Pylonenportal.

Kabelseile fassen und oben mit einer Klemmvorrichtung mit dem Zugseil verbunden werden. Das letztere führt von der Antriebstation auf der rechten Rheinseite über die eine Seilbahn zur Anspannstation auf der linken Rheinseite und dann zurück über die andere Seilbahn zur Antriebstation als Seil ohne Ende; es kann in beiden Richtungen bewegt werden. Bei der Bewegung in der einen Richtung führt es ein Seil des rheinaufwärts gelegenen Kabels, bei der Bewegung in der entgegengesetzten Richtung ein Seil des anderen Kabels mit sich. Jedes der 625 m langen Kabelseile wird neben der Seilerei von 125 Wagengestellten, die mit dem Zugseil fest verbunden sind, gefaßt und dann durch Bewegung des Zugseiles über die Pylonenköpfe hinweg über seine endgültige Lage befördert. Nach Einfädeln der Seilköpfe in die Verankerungsroste wird dann das Seil in seine endgültige Lage abgesenkt. Sind auf diese Weise alle 37 Seile eines Kabels verlegt, wird mit dem Zusammenpressen der Seile in Sechseckform in der Mitte der Mittelöffnung begonnen. Hierzu dienen zusammenfügbare Ringsegmente, die mit sechs Schraubenspindeln und Druckstücken versehen sind. Es werden immer zugleich zwei solcher Preßringe in einem so großen Abstand voneinander angesetzt, daß zwischen ihnen nach dem Zusammenpressen die Kabelschellen für den Anschluß der Hängeseile angebracht werden können. Mit dem Zusammenpressen und Anbringen der Schellen wird nach beiden Seiten bis zu den Pylonenköpfen fortgefahren. Baucht hierbei das eine oder das andere Seil infolge zu großer Länge aus, so wird es durch Druckwasserpressen, die unter Auskragungen der Seilköpfe an den Verankerungen in den Widerlagern angesetzt werden, nachgezogen. Schließlich wird das Kabel in den Seitenöffnungen zusammengepreßt. Diese Arbeit schreitet von den Pylonenköpfen nach den Verankerungen zu fort, um bis zuletzt die Möglichkeit zu haben, die Seile nachzuspannen.

Zur Durchführung aller an den Seilen und Kabeln vorzunehmenden Arbeiten wird unter jedem Kabel ein von sechs Seilen getragenes, 2,50 m breites holzernes Hilfsgerüst hergestellt. Durch Abspannseile, die zu den Pylonenpfeilern führen, werden diese Hilfsgerüste gegen Schwingungen in wagerechter und senkrechter Richtung gesichert.

Nach Fertigstellung der Kabel und nach Auflegung der Hängeseile werden die Versteifungsträger und die Fahrbahn von beiden Seiten aus unter Aufhängung an die Kabel eingebaut. Als letzte Glieder werden die Obergurte der Versteifungsträger eingebracht und vernietet, weil die Kabel die gesamte ständige Last aufnehmen sollen und die Versteifungsträger daher erst dann biegesteif gemacht werden dürfen, wenn die ganze ständige Last an den Kabeln hängt.

Alle Pfeiler und Widerlager sollen in offener Baugrube gegründet werden, die Verankerungswiderlager unter Absenkung des Grundwasserspiegels.

Die Gesamtkosten der Ausführung sind für den Hauptentwurf A zu 19 826 618 R.-M. und für den Hauptentwurf B zu 19 908 434 R.-M. veranschlagt. (Fortsetzung folgt.)

Vermischtes.

Der Neubau, Halbmonatsschrift für Bankunst, Wohnungs- und Siedlungswesen (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W8). Das am 10. März ausgegebene Heft 5 (I R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Städtische Neubauten in Mainz. Architekt: Stadtbaurat Fritz Luft. — Dr. P. Martell: Das Steinholz. — Landhaus Snelthage, Kolonie Wendenschloß bei Grünau. Architekten: Karpenstein & Wirth. — Oberbaurat Dr. Brandt - Hamburg: Das Werden der Großstädte.

C. Bach 80 Jahre alt. Am 8. März d. Js. vollendete der verdienstvolle, durch seine zahlreichen hochbedeutsamen Arbeiten über die Festigkeits- und Elastizitätseigenschaften der Baustoffe auch bei den Bauingenieuren rühmlich bekannte Staatsrat Exzellenz Dr.-Ing. ehr. C. v. Bach sein

achtzigstes Lebensjahr. Ein schlichtes Bild seines Lebensganges hat er selbst in dem in der „Bautechnik“ 1926, Heft 54, S. 824 besprochenen Buche „Mein Lebensweg und meine Tätigkeit“ gegeben. Wir wünschen dem für die Entwicklung und Verbreitung der deutschen Fachwissenschaft vorbildlichen Forscher und Lehrer noch viele Jahre körperlicher und geistiger Rüstigkeit. Ls.

Franz Kreuter 85 Jahre alt. Der Geheime Hofrat Dr.-Ing. ehr. Franz Kreuter, langjähriger o. Professor für Wasserbau- und Baukonstruktionslehre, Vorstand der Plansammlung für Ingenieurbaukunde und der Sammlung für ingenieurwissenschaftliche Konstruktionslehre an der Technischen Hochschule München, feierte am 21. Februar seinen

85. Geburtstag. Er ist 1842 zu München geboren, hat an der Polytechnischen Schule in Karlsruhe studiert, war von 1862 bis 1868 Ingenieur-assistent beim Bau der Brennerbahn, dann leitender Ingenieur beim Bau der österreichischen Nordwestbahn bis 1874 und wurde nach einer Tätigkeit als Zivilingenieur und Lehrer an der österreichischen Staatsgewerbeschule in Brünn im April 1889 zum o. Professor an der Münchener Technischen Hochschule als Nachfolger von Prof. Wilhelm Frauenholz ernannt. 1916 wurde er von der Verpflichtung, Vorlesungen zu halten, entbunden. Dem Bayerischen Wasserwirtschaftsrat und der Internationalen (österreichisch-schweizerischen) Rheinregulierungskommission gehörte er als Mitglied an. Er ist derzeit der Senior der Ingenieurabteilung und Zweitälteste des gesamten Professorenkollegiums der Technischen Hochschule. Als Fachschriftsteller, besonders als Mitherausgeber des „Handbuches der Ingenieurwissenschaften“ hat er sich einen bekannten Namen gemacht.

Besuch der deutschen Technischen Hochschulen im Winterhalbjahr 1926/27. Die Gesamtbesucherzahl war:

	a) Studie- rende	b) Fach- hörer	c) Gast- hörer	Ins- gesamt ¹⁾	Davon:		Aus- länder deutsch. Abkunft
					Deutsche	Aus- länder	
Aachen . . .	1096	45	970	2111 (1602)	1999	110	2
Berlin . . .							
Braunschweig .	944	59	157	1160 (1085)	1038	122	—
Breslau . . .	955	35	21	1011 (974)	—	—	—
Danzig . . .	1574	39	179	1792 (1599)	[959	503	151] ²⁾
Darmstadt . . .	2428	49	274	2751 (2654)	2260	217	—
Dresden . . .	2414	267	357	3038 (2789)	2539	499 ⁴⁾	—
Hannover . . .	2044	78	201	2323 (2507)	2206	117	—
Karlsruhe . . .	1231	49	242	1522 (1432)	[1096	120	64] ²⁾
München . . .	4206	70	122	4398 (4309)	4043	225	130
Stuttgart . . .	1839	79	580	2498 (2057)	2381	54 ³⁾	63

¹⁾ Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Besucherzahl im Sommerhalbjahr 1926. — ²⁾ a) u. b) zusammen. — ³⁾ Darunter 4 staatenlose. — ⁴⁾ Einschl. Auslandsdeutschen.

Von den Studierenden (a) gehörten an der Abteilung für

	Inge- neur- bau- wesen	Archit- tektur	Ma- schin- nen- bau	Elek- tro- tech- nik	Chemie	Hütten- kunde	Techn. Physik, Mathematik Naturwissenschaft, Wirtschafts- wissenschaft
Aachen . . .	101	65	247	132	77	289	35
Berlin . . .							
Braunschweig .	104	69	347	137	126	—	49
Breslau . . .	38	—	341	181	108	146	48
Danzig . . .	236	117	538	305	106	—	109
Darmstadt . . .	259	212	924	600	152	—	265
Dresden . . .	238	179	992	—	337	—	668
Hannover . . .	274	144	891	493	151	—	91
Karlsruhe . . .	171	115	445	278	155	—	67
München . . .	501	283	1388	785	350	—	677
Stuttgart . . .	196	248	671	317	227	17	139

Außerdem: Bergbau: Aachen 150, Breslau 93. — Pharmazie: Braunschweig 112, Darmstadt 16, Stuttgart 24. — Landwirtschaft: München 222. — Schiffs- und Schiffsmaschinenbau: Danzig 163.

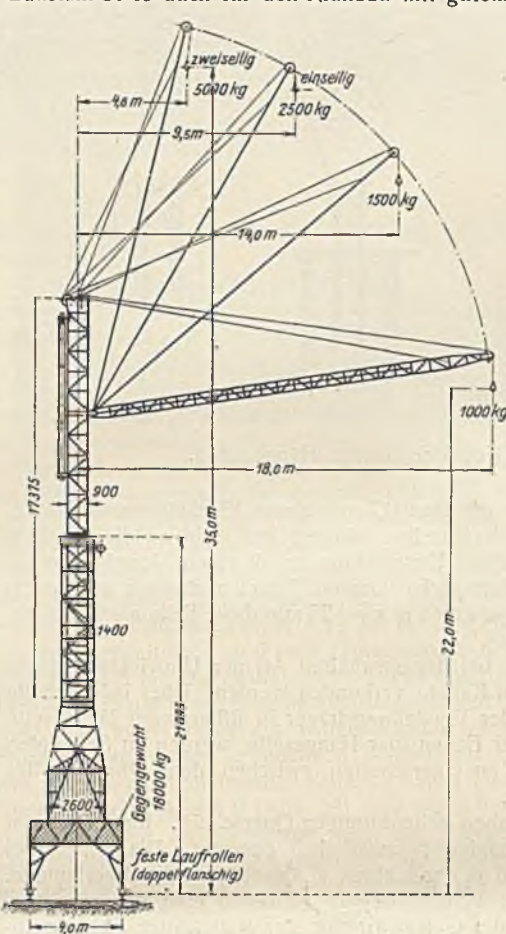
Das Stauwerk von Kembs. Die Finanzkommission der französischen Kammer hat am 8. Februar den Minister der öffentlichen Arbeiten über den Gesetzesvorschlag angehört, der die Ausführungsarbeiten des Stauwerks bei Kembs der Société des Forces Motrices du Haut Rhin überträgt. Zwei Pläne, so führte der Minister nach der „Frankf. Ztg.“ aus, standen ursprünglich einander gegenüber: der elsässische Vorschlag der Anlegung eines Seitenkanals und der deutsche Gedanke des Ausbaues des Strombettes. Der elsässische Gedanke hat bei den Befragungen der Techniker und der Rheinkontrollkommission den Vorzug erhalten, da der deutsche Plan außer anderen Nachteilen die finanziellen Folgen nicht in Betracht zieht.

Der Minister ging dann auf die Einwände ein, die bereits früher von der Kommission erhoben worden waren, und gab genauere Erklärungen über folgende Einzelpunkte: 1. über die Beteiligung des französischen Staates: in der von der Regierung angenommenen Form des Entwurfes gewährt der französische Staat keine Unterstützung, sondern lediglich einen rückzahlbaren Vorschuß; 2. über die Kontrolle durch den französischen Staat: diese ist durch das Lastenheft sichergestellt; 3. über die Gefahr eines Strombettes erklärte der Minister, daß diese Gefahr in dem verworfenen Plan größer sei; 4. die Gefahr des Eindringens von Wasser in die Kaliwerke halten die Sachverständigen für unbegründet; 5. mit den etwa notwendig werdenden Abänderungen des Hafens von Straßburg ist die Stadtverwaltung sowie die Hafenverwaltung einverstanden, auch die Handelskammer der Stadt hat sich für den Regierungsplan ausgesprochen.

Der Berichterstatter Moutet erbat vom Minister genauere Erklärungen über die Einschätzung der Ausgaben, die Lasten des Staates, die er auf ungefähr 100 Millionen bezifferte, über den Grundzins, über die Kontrollmöglichkeiten der Ausführungsarbeiten, über die Rückkaufbedingungen

und über die finanzielle Kontrolle und im Zusammenhang damit über die Statuten der gegebenenfalls zu bildenden Gesellschaft. Die Kommission hat unter gewissen Vorbehalten den Plan angenommen.

Baustahl St 48 im Kranbau. Neuerdings ist nach den V. D. I.-Nachr. Baustahl St 48 auch für den Kranbau mit gutem Erfolg verwendet worden.



Die Höhe des in der Abbildung dargestellten Kranes beträgt rd. 37 m über S.-O. bei 4,8 m Ausladung. Der feststehende Teil des Kranes ist aus St 37 hergestellt, während für den drehbaren Teil und für den Ausleger St 48 verwendet worden ist. Bei dem Ausleger allein wurde durch die Verwendung des Stahles St 48 eine Gewichtersparnis von 350 kg erzielt, so daß eine Erhöhung der Nutzlast um rund 200 kg durch diese Ersparnis möglich wurde. Das Gegengewicht des Kranes, das unterhalb des Führerstandes angeordnet ist, wiegt 18 000 kg. Bei einer Ausladung von 18 m von Mitte Kran bis Lasthaken ist der Kran imstande, eine Last von 1 t zu heben und zu schwenken. Bei 14 m Ausladung beträgt die Nutzlast 1,5 t, bei 9,5 m 2,5 t und bei 4,8 m 5 t. Zur Abstützung des Auslegers dient ein doppeltes Halteseil von 22 mm Durchm., das aus 222 Drähten (Pflugstahldraht) besteht und über Rollen von 350 mm

Durchm. läuft. Als Hubseil dient ein Seil aus 222 Drähten mit 18 mm Durchm.

Die Grundfläche des Kranes beträgt bei allen Belastungen und Ausladungen nur 4 x 4 m.

Bei der Vorführung des Turmdrehkranes, die bei starkem, böigem Winde stattfand, zeigte sich, daß während des Hebens einer Last mit verschiedener Ausladung unter gleichzeitigem Schwenken und Verfahren des Kranes keine Durchbiegung oder Schwankung bemerkbar war. Der Kran ist von der Kranbaugesellschaft Voß & Wolter erbaut worden.

Personalnachrichten.

Preußen. Versetzt sind die Regierungsbauräte (W.) Pfaue vom Kanalbauamt in Datteln als Vorstand an das am 15. Februar 1927 in Frankfurt a. M. für die Umkanalisierung des Untermaines neu errichtete Neubauamt nach Frankfurt a. M., Reinhardt vom Wasserbauamt in Eberswalde an das Neubauamt Kanalabstieg in Magdeburg, Dr.-Ing. Schumacher vom Wasserbauamt Duisburg-Meiderich an das Kanalbauamt in Wesel; — die Regierungsbaumeister (W.) Kleeberg vom Wasserbauamt in Harburg a. d. Elbe an das Kanalbauamt in Bernburg i. Anhalt, Appelt vom Kanalbauamt in Dorsten an das Kanalbauamt in Datteln, Jessen vom Wasserbauamt in Kiel an das Kanalbauamt in Fallersleben und Fröh vom Talsperrenneubauamt in Goslar an die Elbstrombauverwaltung in Magdeburg.

Der Regierungsbaurat (W.) Karl Braun beim Kanalbauamt in Duisburg ist dem Wasserbauamt Duisburg-Meiderich überwiesen worden.

Dem Regierungsbaurat (W.) Wilhelm Schmitz beim Kanalbauamt in Datteln ist dessen Verwaltung übertragen worden.

Die Staatsprüfung hat bestanden: der Regierungsbauführer Fritz Unglaube (Eisenbahn- und Straßenbaufach).

Gestorben: der Regierungsbaurat (W.) Hinsmann, Vorstand des Wasserbauamts 1 in Koblenz.

INHALT: Die Tiefbauarbeiten der Shannonwasserkraftanlage in Irland. — Eiserner Spundwände bei Schleusen. — Ergebnis des engeren Ausschreibens zur Erlangung von Entwürfen für den Bau einer festen Straßenbrücke über den Rhein in Köln-Mörlheim zum Ersatz der Schiffsbrücke. (Fortsetzung.) — Vermischtes: Inhalt von Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, Wohnungs- und Siedlungswesen. — C. Bach 80 Jahre alt. — Franz Kreuter 85 Jahre alt. — Besuch der deutschen Technischen Hochschulen im Winterhalbjahr 1926/27. — Stauwerk von Kembs. — Baustahl St 48 im Kranbau. — Personalnachrichten.