

DIE
EISENBAHN- UND STRASSENBRÜCKE
ÜBER DEN OBERHAFEN IN HAMBURG

VON

MERLING

KÖNIGL. EISENBAHN-BAU- UND BETRIEBSINSPEKTOR

MIT 21 ABBILDUNGEN IM TEXT UND 6 TAFELN



BERLIN 1907
VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN

G. 59

4.4

J.M.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000303946

EISENBAHN- UND STRASSENBRÜCKE
ÜBER DEN OBERBAFEN IN HAMBURG

AL KLING

MIT 1. AUGUST 1861

Am 27. 1861

x
429

DIE
EISENBAHN- UND STRASSENBRÜCKE
ÜBER DEN OBERHAFEN IN HAMBURG

VON

MERLING

KÖNIGL. EISENBAHN-BAU- UND BETRIEBSINSPEKTOR

MIT 21 ABBILDUNGEN IM TEXT UND 6 TAFELN

F. Nr. 27 222



BERLIN 1907

VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN

5. 59

44

BISSZAHN- UND STRASSENBRÜCKEN
DIE DR. OBERHÄUSER'SCHE ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN



III 33736

Nachdruck verboten.

Sonderdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen
Jahrgang 1907.

Handwritten signature and scribbles



Allgemeines.

Im Rahmen der Umgestaltung der Eisenbahnanlagen in Hamburg ist eine Überbrückung des Oberhafens daselbst erforderlich geworden, die sowohl dem Eisenbahnverkehr, als auch dem Straßenverkehr dienen soll. Nach Lage der örtlichen Verhältnisse mußte die Brücke zweigeschossig werden, derart, daß die obere Fahrbahn die Eisenbahngleise

möglich war, ein Werk von der Eigenart zu schaffen, wie es uns jetzt in seiner Vollendung entgegentritt.

Im Einverständnis mit Hamburg ist zur Erlangung des Entwurfs für das Bauwerk ein engerer Wettbewerb ausgeschrieben worden, gleichzeitig mit der Forderung der Abgabe eines bindenden Preisangebotes für die Ausführung. Für

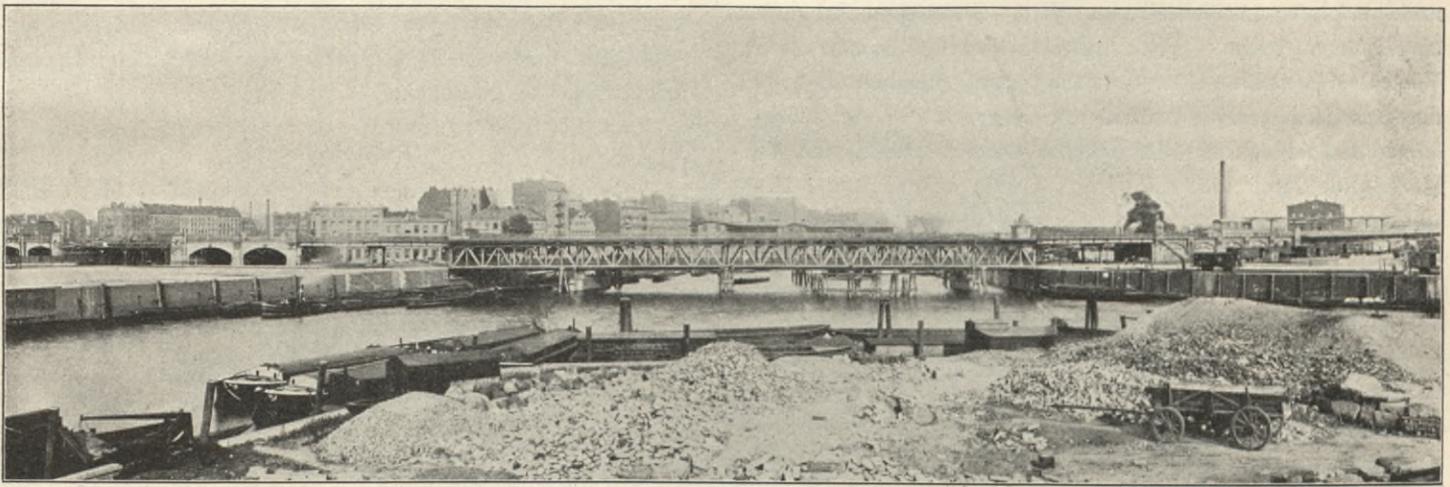


Abb. 1. Ansicht der Brücke von Westen.

— zwei für den Personenverkehr und zwei für den Güterverkehr — trägt, während die untere Fahrbahn als Pflasterstraße mit beiderseitigen Fußwegen ausgebildet ist. Dieser Straßenzug vermittelt eine Verbindung der Stadt mit dem Güterbahnhof Hamburg-H. Die Zufahrtstraßen auf beiden Seiten der Brücke bedingen ihrerseits wieder die Anordnung von Unterführungen in unmittelbarem Anschluß an das Bauwerk im Oberhafen (Text-Abb. 1 u. 2 und Abb. 1 u. 2 Bl. 1 u. 2).

Entsprechend dem zwischen Preußen und Hamburg im Jahre 1898 abgeschlossenen Verträge, betreffend die Umgestaltung der Eisenbahnanlagen in Hamburg, war ferner ein Teil des fraglichen Brückenzuges als Drehbrücke so auszubilden, daß zwei freie Durchfahrten für die Schifffahrt von je 14,60 m lichter Weite entstehen. Weiterhin ist die lichte Durchfahrtshöhe für den Straßenverkehr auf 4,40 m festgelegt, und bezüglich der Schalldämpfung der oberen Fahrbahn noch die Bestimmung getroffen, daß auf dem eisernen Überbau der festen Teile des Brückenzuges das Kiesbett des Eisenbahnoberbaues durchzuführen, bei dem beweglichen Teile (der Drehbrücke) aber, falls aus statischen Rücksichten das Kiesbett nicht durchgeführt werden könne, auf möglichst Dämpfung des Schalles und auf Wasserundurchlässigkeit Bedacht zu nehmen sei.

Weitere Grundlagen waren für die Bearbeitung des Entwurfs nicht gegeben, als demselben näher getreten wurde. Sie enthalten nur wenig Feststehendes für die Gestaltung der Brücke, und das darf als ein Vorzug der Abmachungen mit Hamburg betrachtet werden, da es nur auf diese Weise

diesen Wettbewerb wurden von der Eisenbahnverwaltung „Allgemeine Vorschriften“ ausgearbeitet, die nach Berücksichtigung der von Hamburg gewünschten Änderungen und Ergänzungen und nachdem sie die Genehmigung des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten gefunden hatten, der Ausschreibung unmittelbar zugrunde gelegt wurden. Zur

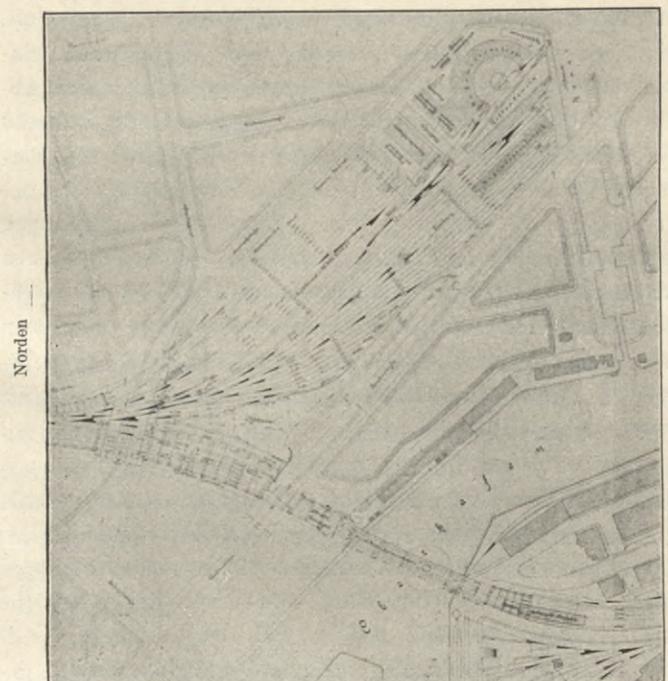


Abb. 2. Lageplan.

Teilnahme an dem engeren Wettbewerb sind im Dezember 1900 folgende Werke aufgefördert worden: a) die Aktien-Gesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau vormals J. C. Harkort in Duisburg; b) die vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G. in Nürnberg (Zweiganstalt Gustavsburg); c) die Gutehoffnungshütte in Oberhausen; d) die Aktien-Gesellschaft für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie „Union“ in Dortmund; e) die Firma Haniel u. Lueg, Maschinenfabrik in Düsseldorf-Grafenberg; f) die Firma C. Hoppe, Maschinenfabrik in Berlin; g) die Firma Philipp Holzmann u. Ko. in Frankfurt a. M. Letztere Firma lehnte es ab, sich an dem Wettbewerb zu beteiligen. Die Gesellschaft Harkort und Haniel u. Lueg, sowie „Union“ und C. Hoppe haben zusammen je einen Entwurf bearbeitet, so daß am 15. Mai 1901, also fünf Monate nach erfolgter Ausschreibung, vier vollständige Entwürfe eingegangen waren. Von diesen Entwürfen kamen nach Vorschlag der Eisenbahnverwaltung zwei, nämlich die von der Gesellschaft Harkort-Haniel u. Lueg und von der Nürnberger Maschinenbaugesellschaft zur engeren Wahl, weil sie hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit, Durcharbeitung und Preisstellung als annähernd gleichwertig betrachtet werden konnten. Bei der Prüfung der Entwürfe im Ministerium der öffentlichen Arbeiten wurden die von sämtlichen Firmen gewählten Bewegungsvorrichtungen für die Drehbrücke, unter Berücksichtigung der verhältnismäßig selten erforderlich werdenden Bewegung derselben, als weniger geeignet abgelehnt und diejenige eigenartige, von Herrn Geheimen Baurat Wittfeld, vortragender Rat im Ministerium, ersonnene Anlage mit Preßluftbetrieb vorgeschrieben, die jetzt zur Ausführung gekommen ist.

Gleichzeitig mit dieser grundsätzlichen Änderung im Maschinenbetrieb und zum Teil im Zusammenhang damit mußte auch die ursprünglich geplante Anordnung des Drehpfeilers wesentlich umgestaltet werden. Da hierdurch der Maßstab für die Preisangebote des Wettbewerbes vollständig verloren ging, so wurden die beiden in engerer Wahl befindlichen Werke Harkort und die Nürnberger Maschinenbaugesellschaft zu einem nochmaligen Wettbewerb aufgefördert. Um jedoch den hierzu erforderlichen Zeitaufwand einzuschränken, wurde von diesen Firmen zunächst nur die Abgabe einer Preisforderung für das Angebot verlangt, während die Aufstellung des neuen Sonderentwurfs später nur derjenigen Firma obliegen sollte, der als mindestfordernder der Zuschlag erteilt werden würde. Ferner ist die Bedingung gemacht worden, daß die im Wettbewerb stehenden Firmen wegen der Preßluftvorrichtungen für das Triebwerk der Drehbrücke mit der auf diesem Gebiete besonders erfahrenen Berliner Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals L. Schwartzkopff in Verbindung zu treten hätten. Aus diesem zweiten Wettbewerbe ist die Gesellschaft Harkort in Duisburg, zusammen mit ihren Mitarbeitern, den Firmen Haniel u. Lueg, der Berliner Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals L. Schwartzkopff und F. H. Schmidt-Altona-Hamburg, als Sieger hervorgegangen, mit einem Preisunterschied zu ihren Gunsten von rund 50 000 Mark, welcher lediglich auf die Pfeilerarbeiten, besonders auf den Bau des Drehpfeilers entfiel. In welcher Weise die von den beteiligten Werken gemachten Vorschläge bezüglich des Baues des Drehpfeilers voneinander abweichen, ist bei Beschreibung der Pfeiler-

bauten näher auseinandergesetzt. Der Gesellschaft Harkort wurde im Februar 1902, also etwas über ein Jahr nach der ersten Ausschreibung, der Zuschlag erteilt, und die Ausarbeitung des Sonderentwurfs sowie die Ausführung des ganzen Bauwerks für eine Gesamtentschädigung von rd. 914 000 *M* übertragen. Diese Summe setzt sich folgendermaßen zusammen:

- a) 164 000 *M* für die Pfeilerbauten (F. H. Schmidt),
- b) 571 000 „ für die eisernen Überbauten (Harkort),
- c) 179 000 „ für die maschinelle Anlage (Haniel u. Lueg-Schwartzkopff)

zus. 914 000 *M*.

Auf diese Vorgeschichte des Bauwerks, welches im folgenden beschrieben werden soll, ist etwas näher eingegangen worden, weil sie immerhin Bemerkenswertes bietet und ein Bild von der Mühe und Arbeit gibt, die aufgewendet werden mußten, um zu dem endgültigen Entwurf der Brücke zu gelangen.

Pfeilerbauten.

Von den Pfeilerbauten der Brücke (Abb. 1 bis 3 Bl. 1 u. 2) nimmt der Drehpfeiler (Abb. 1 Bl. 3) wegen seiner eigenartigen Gründung die erste Stelle ein; er soll daher zunächst besprochen werden.

Das Ministerium hatte zugleich mit der Einführung des Preßluftbetriebes für die Drehbrücke bestimmt, daß der Auflagerpunkt des Drehzapfens möglichst tief und zwar auf Höhenzahl — 1,45, also etwa 1,50 m unter Sohle des Oberhafens und rund 6,50 m unter mittlerem Hochwasser liegen sollte, um dem großen Kippmoment der Drehbrücke, infolge ihrer bedeutenden Kopfschwere, unterhalb des eisernen Überbaues ein entsprechendes Moment mit möglichst großem Hebelsarm, d. h. mit verhältnismäßig geringen, von dem Drehpfeiler aufzunehmenden wagerechten Kräften entgegenzusetzen zu können. Die Unterkante der Brücke war im Einvernehmen mit Hamburg auf + 8,30 festgelegt. Mit Rücksicht hierauf und unter Abrechnung der für die Lagerung der geschlossenen Drehbrücke erforderlichen Einrichtungen mußte die Oberkante des Drehpfeilers auf + 7,0 angenommen werden. Der im Querschnitt kreisförmige Drehpfeilerschacht zur Aufnahme des Drehzapfens erhielt daher eine Tiefe von 8,50 m bei einem Durchmesser von 7,70 m. Der Drehpfeiler hat die Form eines Sechsecks mit einem Durchmesser des eingeschriebenen Kreises von 13,40 m.

Bei der tiefen Lage des Drehpunktes war die übliche Gründung mit Beton auf Pfählen ausgeschlossen, und der Drehpfeiler mußte unmittelbar auf dem guten Baugrund gegründet werden. Bohrungen hatten ergeben, daß an der Stelle, wo der Pfeiler erbaut werden sollte, guter Baugrund, grober reiner Sand mit Kies gemischt, auf etwa — 7,0 erreicht wurde. Es lag nahe, unter diesen Verhältnissen Luftdruck-Gründung anzuwenden, und so hatte denn auch die Nürnberger Maschinenbaugesellschaft, oder vielmehr die mit ihr zusammen arbeitende Firma C. Vering in Hamburg, dieses Gründungsverfahren bei Aufstellung des Entwurfs gewählt. Die Firma F. H. Schmidt-Altona-Hamburg machte jedoch, gestützt auf die von ihr namentlich beim Bau der neuen Kaiserhafenschleuse in Bremerhaven und bei dem Umbau der Eisenbahnbrücke über die Weser in Bremen gemachten Erfahrungen, für die Gründung einen anderen

Vorschlag, welcher die Erreichung des Zieles auf eine einfachere und billigere Weise ermöglichte. Zunächst wurde die Baustelle bis auf $-2,50$ ausgebaggert und hiernach eine 20 cm starke Spundwand, der planmäßigen sechseckigen Drehpfeilerform entsprechend, unter Zuhilfenahme von Wasserspülung bis $-9,0$ eingetrieben. Da die Oberkante dieser Spundwand auf $+5,60$ lag, so hatten die Spundbohlen die außergewöhnliche Länge von 14,60 m. Sodann wurde aus der so umschlossenen Baugrube mittels Greifbaggers der Boden bis auf den in einer Tiefe von $-7,0$ befindlichen tragfähigen Sandboden entfernt und darauf unter Verwendung eiserner mit Bodenklappen versehener Senkkasten ein Betonbett von etwa 4 m Stärke unter Wasser geschüttet. Dieser Grundkörper besteht aus Zementbeton mit einem Zusatz von Traß und Kalk, welcher dazu dienen soll, die Dichtigkeit der Betonmasse zu erhöhen. Das Rammen der Spundwand ging ohne jegliche Störung von statten. Es muß jedoch bemerkt werden, daß diese Arbeiten auch vom Glück, das man bei jedem schwierigeren Bau haben sollte, begünstigt worden sind. In einer Tiefe von etwa 6 m unter Oberhafensohle

fanden sich nämlich große schwere Baumstämme vor, die zufälligerweise mit der Spundwand aufs sorgfältigste umgegangen worden waren und daher mittels Taucherarbeit ohne besondere Mühe herausgeholt werden konnten.

Nachdem die Oberfläche des Betonklotzes unter Zuhilfenahme von Taucherarbeit mit möglichster Sorgfalt abgeglichen war, wurde ein mit Eisengerippe ausgesteifter beiderseits offener Blechzylinder von 9,80 m Durchmesser und 6,50 m Höhe, der, an einem zwischen Prahmen erbauten Gerüst hängend, über die Spundwand gehoben war, auf die Sohle abgesetzt (Text-Abb. 3). Es gelang, diesem Blechzylinder in dem 6 m hohen Wasser die genaue planmäßige Lage zu geben. Der durch den Blechzylinder und die sechseckige Spundwandumschließung begrenzte Raum wurde sodann bis zur Niedrigwasserhöhe, ebenfalls unter Verwendung von Senkkasten, mit Zementtraßbeton ausgefüllt, und sodann über Niedrigwasser im Schutze der Spundwand der äußere Ring etwa bis $+4,0$ in Beton mit Werkstein- und Ziegelverblendung aufgeführt. Nachdem der Beton genügend erhärtet war, wurde das innerhalb des Blechmantels stehende Wasser, zur Trockenlegung der Drehpfeilerkammer, herausgepumpt. Hierbei zeigten sich einige nicht ganz unerhebliche Undichtigkeiten in den unteren Nähten der nur 4 mm starken versteiften Blechzylinderwand, die hier stellenweise durch den Wasserdruck hervorgerufene Ausbeulungen aufwies.

Dieser ganz unvermutet auftretende starke Wasserdruck hatte offenbar darin seine Ursache, daß die Verbindung zwischen dem zuerst geschütteten 4 m starken Grundbetonklotz und dem etwa drei Wochen später zwischen Eisenzylinder und Spundwand ausgeführten Betonkörper eine unvollkommene geblieben war, trotzdem vor Schüttung desselben die auf dem Grundbetonklotz lagernden Schlammassen mittels Taucherarbeit soweit wie möglich beseitigt waren und der noch übriggebliebene Schlamm mit Hilfe einer bis auf die Sohle reichenden Kreiselpumpe abgesaugt wurde. Infolge der unvollständigen Verbindung zwischen den beiden Betonkörpern drängte sich das Wasser zunächst durch die an ihrer Berührungsfläche vorhandene, nicht vollkommen geschlossene Fuge, um dann seinen Weg weiter zwischen

Beton und Blechwand zu nehmen und schließlich an einer schwachen Stelle der letzteren durchzubringen. Auf Grund der hier gemachten Erfahrungen wird es sich empfehlen, bei ähnlichen Ausführungen die Blechwand des Zylinders, besonders in ihren unteren Teilen, stärker als 4 mm zu wählen und an den Stößen eine Nietung mit doppelter Nietreihe

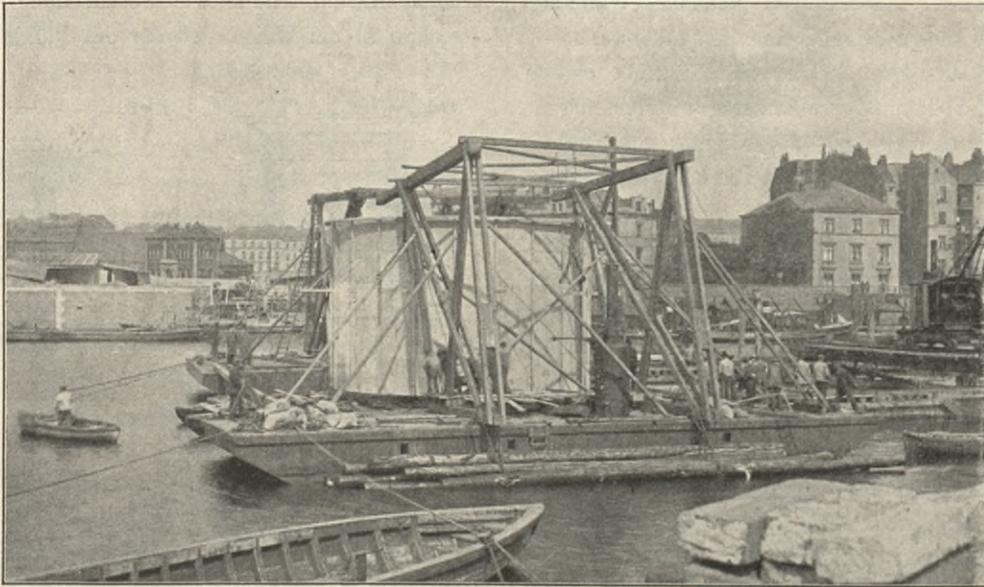


Abb. 3. Gründung des Drehpfeilers: Absetzen des Blechzylinders auf die Betonsohle.

vorzuschreiben. Die Undichtigkeiten konnten jedoch durch Kalfatern der Nähte des Blechzylinders soweit beseitigt werden, daß im Schutze des durch den Betonkörper zwischen Blechmantel und Spundwand geschaffenen Fangedamms mit der Herstellung des Betonmauerwerks zur Aufnahme der Drehzapfengrundplatte, sowie auch mit der Aufführung des für den Drehkranz dienenden, innerhalb des Blechmantels liegenden Ringmauerwerks im Trockenen vorgegangen werden konnte. Letzteres wurde zunächst auf die gleiche Höhe mit dem zwischen Blechzylinder und Spundwand befindlichen Betonkörper gebracht.

Um die beiden durch den Blechmantel getrennten Teile des aus Beton bestehenden Ringmauerwerks miteinander in feste Verbindung zu bringen, ist der Blechzylinder an seinen Außenflächen mit Ankern, welche in den äußeren Betonring hineinreichen, versehen; ferner bilden auch die außerhalb des Blechzylinders befindlichen senkrechten \perp -Eisenrippen, die in dem äußeren Betonring liegen, sowie die im Inneren des Blechmantels vorgesehenen, mit diesem vernieteten wagerechten \perp -Eisen, die in dem inneren Betonring eingebettet sind, eine gute Verbindung zwischen den beiden Mauerringen.

Nachdem der innere Teil der Ringmauer mit dem äußeren auf die gleiche Höhe gebracht war, wurde das aufsteigende Ringmauerwerk des Drehpfeilers bis zur Fluthöhe

im Schutze der Spundwand und darüber hinaus im Freien auf die vorgeschriebene Höhe von + 7,0 gebracht, und hiernach seitlich mit Ziegel- und Werksteinverblendung, sowie oben mit Werksteinabdeckung versehen. Zur größeren Sicherung dieses Ringmauerwerks ist etwa in der Höhe der oberen Drehzapfenführung noch ein aus \perp -Eisen gebildeter und mit Anknern versehener Eisenring in den Betonkörper eingebettet.

Die auf diese Weise gebildete Arbeitskammer von rund 7,70 m Durchmesser, welche mit ihrer Sohle etwa 6,50 m unter gewöhnlichem Hochwasser liegt, bei Sturmfluten sogar einem Überdruck bis zu 8,50 m ausgesetzt ist, hat sodann noch, zur Erzielung einer möglichst großen Wasserundurchlässigkeit, in der Sohle und an den Wandungen Zementputz erhalten. Endlich wurde noch zur Auffangung von Schwitzwasser und um die an den Fugen des unteren Führungsringes durchsickernden einzelnen Wassertropfen von den Wänden fernzuhalten, unterhalb dieses Ringes eine Zementrinne hergestellt, von welcher aus das Sickerwasser mittels eines Abfallrohres in einen kleinen Sammelschacht an der Sohle geleitet wird. Auf diese Weise ist es gelungen, den Drehpfeilerschacht mit vollkommen genügend trockenen Wänden herzustellen.

Entsprechend den an den höheren Mauerwerkskörperteilen des Drehpfeilers auftretenden größeren Einzeldruckbelastungen wurde hierbei der Kiesbeton verschieden gemischt und zwar im unteren Teile 1:6, im oberen 1:5. Die Drehzapfen-Grundplatte ruht auf einem Granitquader von 2,60 · 2,60 m im Geviert und von 0,70 m Stärke. Der obere Drehkranzring ist ebenfalls durch Granitwerksteine unterstützt derart, daß der auf den Beton wirkende Druck nirgends größer als 15 kg/qcm ist. Der an der Sohle des Drehpfeilers auf den Boden wirkende Druck beträgt nur 2,4 kg/qcm.

Die Höhenlage der Oberkante des Drehpfeilers auf + 7,0 brachte es mit sich, daß mit einer Überflutung der Drehpfeilerkammer bei höheren Sturmfluten gerechnet werden mußte. Der in den oberen Betonkörper eingebettete \perp -Eisenring hat deshalb auch den Zweck, etwaige Zugspannungen aufzunehmen, die auftreten, wenn der Drehpfeiler bis auf + 7,0 mit Wasser gefüllt ist, während draußen, nach Umspringen des Windes, der Elbwasserstand vielleicht bis + 3,0 oder tiefer schnell abfällt, so daß also im Inneren unter Umständen ein Wasserüberdruck von 4 m oder mehr auftritt. Inzwischen ist denn auch die Drehpfeilerkammer bei Sturmfluten schon mehrmals vollgelaufen und, nach Abfallen der Flut, der Pfeiler einem inneren Wasserüberdruck, einmal sogar 24 Stunden lang, ausgesetzt gewesen. Der Pfeiler hat sich hierbei durchaus bewährt, und es konnte an ihm, nachdem das Wasser wieder aus der Kammer durch Pumpen entfernt war, keinerlei Veränderung wahrgenommen werden. Auch war die naheliegende Befürchtung, das Pfeilerinnere könnte durch die Überschwemmung verschmutzen, grundlos; es hat sich vielmehr gezeigt, daß die Schachtwände und die in dem Schacht untergebrachten Eisenteile von dem einströmenden Wasser reingewaschen und später Wasser und darin befindliche Schmutzteile von der im Pfeiler angebrachten, sehr kräftig wirkenden Kreiselpumpe zusammen herausgeworfen werden.

Bei den drei übrigen Strompfeilern (Abb. 1 Bl. 1 u. 2) waren die Gründungsverhältnisse wesentlich einfacher wie

beim Drehpfeiler. Da der tragfähige Boden sich durchweg erst in 6 bis 7 m unter Null befand, war, unter den im übrigen regelrechten Verhältnissen, die hierbei übliche Gründung mit Beton auf Pfählen die gegebene und einfachste. Nachdem die einzelnen Baugruben bis auf die für die Betonsohlen nötigen Tiefen ausgebaggert, die Rostpfähle gerammt und die Umschließungswände hergestellt waren, wurden die Rostpfähle auf + 5,0 mittels Kreissäge unter Wasser abgeschnitten, darauf zwischen den Spundwänden die aus Zementkiesbeton mit Zusatz von Traß und Kalk bestehenden Betonmassen unter Verwendung von mit Bodenklappen versehenen Senkkasten unter Wasser bis Ebbehöhe geschüttet und schließlich das aufgehende Betonmauerwerk mit Ziegel- und Werksteinverblendung in Tidarbeit aufgeführt. Die Bestimmung der für die Aufnahme der Belastung erforderlichen Anzahl Pfähle von 35 cm und 45 cm Durchmesser erfolgte in der Weise, daß für die Pfähle von 45 cm Durch-

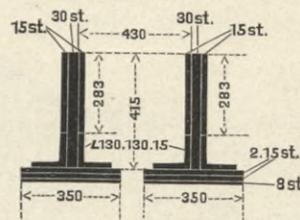


Abb. 4. Größter Querschnitt der unteren Gurtung.

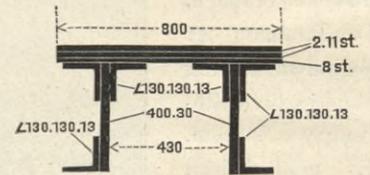


Abb. 5. Größter Querschnitt der oberen Gurtung.

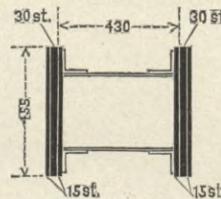


Abb. 6. Größter Querschnitt der Schrägstäbe.

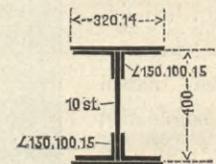


Abb. 7. Größter Querschnitt der Senkrechten.

messer eine Belastung bis zu 45 Tonnen und für die 35 cm starken Pfähle eine solche bis zu 35 Tonnen zugelassen wurde.

Da die Stärkeabmessungen der Pfeiler zur Erzielung möglichst großer Durchfahrtsöffnungen sehr eingeschränkt werden mußten, so ergab sich bei diesen zulässigen Beanspruchungen, namentlich auch wegen der an den Pfeilerhäuptern auftretenden hohen Drucke, eine recht dichte Pfahlstellung, so daß der Zwischenraum zwischen den Pfählen oft nicht mehr als die Pfahlstärke selbst betrug.

Für den Landpfeiler an der Nordseite wurde die vorhandene Kaimauer benutzt, nachdem sie nach hinten durch einen anschließenden, auf Pfähle gegründeten Betonpfeiler verstärkt worden war.

An der Südseite konnte bei Aufführung der hier erforderlich werdenden neuen Kaimauer auf die nötige Verstärkung von vornherein Rücksicht genommen werden.

Auch die Pfeiler für die Mittelstützen der Landöffnungen und die Endpfeiler derselben, die zugleich Widerlager für die anschließenden gewölbten Viadukte sind, mußten ähnlich wie die Strompfeiler mit Beton auf Pfählen gegründet werden, nur mit dem Unterschied, daß von einer Umschließung der Baugruben durch Spundwände abgesehen werden durfte. Auch diese nicht in den Vertrag mit der Gesellschaft Harkort eingeschlossenen Unterbauten hat die Bauverwaltung durch die Firma F. H. Schmidt ausführen lassen.



Abb. 8. Ausgeschwenkte Drehbrücke.

Die eisernen Überbauten.

Aus der Abb. 2 u. 3 Bl. 1 u. 2 sind die Stützweiten der eisernen Überbauten zu entnehmen. Die größte Stützweite eines Hauptträgers des zweigeschossigen Teiles des Brückenzuges beträgt hiernach rd. 27,70 m. Für einen Fachwerkträger an sich gewiß kein großes Maß; aber unter Berücksichtigung der zu übertragenden gewaltigen Lasten einer viergleisigen Eisenbahn auf der oberen Fahrbahn und bei Annahme der seitens Hamburg vorgeschriebenen ungewöhnlich schweren Wagenlasten von 22000 kg nebst Menschengedränge von 450 kg/qm auf dem unteren Straßenzug war eine andere Teilung der Brückenöffnungen zweckmäßigerweise nicht zu erreichen.

Als Gliederung für die Hauptträger der Brücke über den Oberhafen wurde Strebenfachwerk gewählt, weil infolge der geringen Bauhöhen von 0,85 m für die untere und 1,20 m für die obere Fahrbahn eine engmaschige Teilung derselben nötig wurde. Die Querträger sind daher in Abständen von wenig über 3 m angeordnet worden, und dementsprechend wurde auch die Feldweite der Hauptträger auf dieses Maß festgesetzt. Bei einem Ständerfachwerk wären auf jedes Feld in jedem Hauptträger zwei voll ausgebildete Knotenpunkte gekommen, während beim Strebenfachwerk auf jedes Feld nur je ein Knotenpunkt entfällt. Da die Streben im vorliegenden Falle verhältnismäßig kurz sind, so kommt bei den großen auftretenden Gesamtspannungen die Knickgefahr kaum in Frage. Deshalb war zur Erreichung der vollen Knicksicherheit für die gedrückten Stäbe nur wenig Materialaufwand nötig, d. h. die Schrägstäbe wurden beim Strebenfachwerk nur ganz unerheblich schwerer wie beim Ständerfachwerk, und da beim ersteren in jedem Feld ein Knotenpunkt wegfällt und auch die senkrechten Stäbe leichter ausfallen müssen wie beim Ständerfachwerk, so wurde dem Strebenfachwerk der Vorzug gegeben. Die gewählte Gliederung hat auch noch den Vorteil, daß die Stoßeinteilung in den Gurtungen und die Abstufung der Querschnitte in denselben sich weit zweckmäßiger ausführen lassen wie beim engmaschigen Ständerfachwerk.

Die Querabmessungen der Brücke sind aus Abb. 2 Bl. 3 zu ersehen. Danach beträgt die Gesamtbreite der oberen Fahrbahn 16,20 m und diejenige der unteren Fahrstraße nebst beiderseitigen Fußwegen $7,0 + 2 \cdot 3,60 = 14,20$ m. Die nutzbare Breite der Fußwege ist 2,50 m.

Die unteren Gurtungen der Fachwerkbrücken bestehen aus zwei \perp -förmigen Hälften, die unten eine Lücke zwischen sich lassen zwecks Verhütung der Ansammlung von Schmutz und Nässe im Gurt. Der größte Querschnitt des Untergurtes (Text-Abb. 4) setzt sich zusammen aus:

2 Stegplatten	415 · 30
4 „	283 · 15
4 Winkeleisen	130 · 130 · 15
4 Lamellen	350 · 15
2 „	350 · 8

Die größte Spannkraft in diesem Gurtteil beträgt 636 Tonnen.

Die obere Gurtung ist kastenförmig ausgebildet. Ihr größter Querschnitt (Text-Abb. 5) besteht aus:

2 Stegplatten	400 · 30
2 unteren Randwinkeln : . .	130 · 130 · 13
4 oberen „	130 · 130 · 13
2 Deckplatten	800 · 11
1 Deckplatte	800 · 8

Die Hauptträgerschrägstäbe sind aus \perp -Eisen zum Teil mit aufgelegten Stegplatten ausgeführt; die \perp -Eisen sind vergittert. Für die schwersten dieser Glieder mußten mittels Gitterwerks ausgesteifte Flacheisen verwendet werden.

Der stärkste Schrägstab im Hauptträger (Text-Abb. 6) besteht aus zwei Platten 455 · 30 und vier Platten 455 · 15 und nimmt eine größte Spannkraft von 504 Tonnen auf.

Die Senkrechten, welche nur Querträgerlasten übertragen, haben \perp -Form und sind vollwandig aus Stegplatten von 400 mm Höhe und aus Winkeleisen von verschiedener Stärke zusammengesetzt (Text-Abb. 7). Sie sind mit den



Abb. 9. Innenansicht der Straßenbrücke.

oberen und unteren Querträgern zu einem steifen Rahmen verbunden.

Die statischen Verhältnisse in diesen nach allen Richtungen elastisch gelagerten steifen Querrahmen erforderten umfangreiche, schwierige Berechnungen. Die Querrahmen an den Enden der zweigeschossigen Brücke dienen zugleich der Auflagerung der Hauptträger der Straßenunterführung (Abb. 4 Bl. 3). Die oberen Querträger dieser Rahmen haben dadurch außerordentlich kräftige Querschnittsabmessungen erhalten. Sie bestehen aus Stegplatten von 36 mm Dicke, an einzelnen Stellen auf 132 mm verstärkt; aus Gurtwinkeln 210 · 170 · 30 und aus Deckplatten von 93 mm Gesamstärke. Die Vernietung erfolgte durchweg mit Nieten von 30 mm Durchmesser, die zum Teil eine Länge von 144 mm haben.

Die untere Fahrbahn der Fachwerkbrücken (Abb. 2 Bl. 3) besteht aus genieteten Querträgern, deren obere Gurtung dem Straßenquergefälle folgt, und aus **I**-förmigen Längsträgern, auf deren oberen Flanschen 6 mm dicke Buckelbleche befestigt sind. Auf den Buckelblechen liegt eine durchschnittlich 110 mm dicke, oben mit Zementputz sorgfältig abgegliche Betonschicht und hierauf Holzpflaster aus Hartholz (Tallow-Wood) von 120 mm Höhe. Seitlich ist die Straße mit Granitbordsteinen begrenzt. Die Abdeckung der Fußwege, die auf ausgekragten, mit **C**-Eisen verbundenen Konsolen liegen, besteht aus 60 mm starken, mit einem 25 mm dicken Asphaltbelag versehenen Monierplatten.

Die Querträger der oberen Fahrbahn sind **I**-förmig genietete Blechträger, die beiderseits der Hauptträger 3,80 m konsolförmig auskragen und auf diesen Kragarmen je ein Gleis und einen 0,76 m breiten Fußweg tragen. Die Zwischenträger und die Plattenabdeckung gleichen denjenigen der unteren Fahrbahn.

Auf der oberen Abdeckung ruht die für die Bettung des Oberbaues mit eisernen Querschwellen erforderliche Kies-schicht. Diese wurde über die festen Überbauten gleichmäßig durchgeführt. Bei der Drehbrücke (Abb. 1 Bl. 3) ist jedoch zur Verringerung des Eigengewichtes hiervon abgesehen und die folgende Anordnung getroffen worden. Das Gleis liegt auf hölzernen Querschwellen, welche in der üblichen Weise unmittelbar auf den Zwischenlängsträgern befestigt sind. Unter der Schwellenlage ist eine entwässerte Decke aus 6 mm dicken trogförmigen, 150 mm tiefen Muldenblechen angeordnet, welche bis Unterkante Schwellen mit Kies gefüllt werden, um die Schwingungen der Fahrbahn und somit das durch die fahrenden Züge verursachte Geräusch möglichst herabzumindern. Außerdem sind zu demselben Zwecke noch Filzplatten von 10 mm Stärke zwischen Schwellen und Auflagerplatten der Schienen vorgesehen.

Von der Anordnung eines Windverbandes in der Ebene der oberen Fahrbahn wurde abgesehen und angenommen, daß Wind und sonstige Seitenkräfte in jedem Knotenpunkte durch die steifen Querrahmen in die untere Fahrbahnebene übertragen werden. Hier sind wagerecht liegende, in ihren Abmessungen aber nur so stark gehaltene Verbände angeordnet, daß sie die auf die unbelasteten Brücken wirkenden Windkräfte (250 kg/qm) mit Sicherheit übertragen können, während für die belasteten Brücken die Buckelblechdecken aussteifend wirken sollen. Für die Drehbrücke ist der wagerechte Verband derart gewählt, daß er imstande ist, einen

am Brückenende wirkenden Widerstand (Pufferdruck) von 10,7 Tonnen nach dem Drehpfeiler zu übertragen. Die Schrägen der Windverbände bestehen durchweg aus Winkel-eisen, die mit Hilfe von Knotenblechen an die Flanschen der Hauptträgergurtung angeschlossen sind.

Die Auflager der Brücken sind als Kipplager aus Stahl hergestellt. Die festen Überbauten haben an einem Ende feste Lager, am anderen längsbewegliche Lager erhalten. Die Längsbeweglichkeit ist durch Einschaltung von Pendeln erzielt (Abb. 5 Bl. 1 u. 2).

Die Straßenunterführungen (Abb. 3 Bl. 3) bestehen beiderseits der Oberhafenbrücke aus je zwei zweigleisigen Brücken mit je drei Blechträgern, die in Entfernungen von 3,40 bis 3,60 m voneinander angeordnet sind. Diese Blechträger haben unmittelbar neben ihrer Mittelstütze ein Gelenk, das derart ausgebildet ist, daß es Windkräfte übertragen kann, die einerseits von den Viaduktwidern, an den die Straßenunterführungen anschließen, andererseits von den Endquerrahmen der Strombrücke, die den Blechträgern als Auflager dienen, aufgenommen werden müssen, da die als Pendelpfeiler ausgebildeten Mittelstützen zur Aufnahme von Windkräften nicht geeignet sind.

Die festen Auflager der Blechträger befinden sich auf den Endquerrahmen (Abb. 4 Bl. 3), die also auch die Bremskräfte aufzunehmen haben. Über den Mittelstützen (Abb. 3 Bl. 3) ist ein kräftiger, mit den Hauptträgern fest verbundener Unterzug angeordnet.

Die ebenfalls aus einer Gliederung von Quer- und Längsträgern bestehende, mit Buckelblechen abgedeckte Fahrbahn der Straßenunterführungen ist ohne Unterbrechung durchgeführt, mit Ausnahme der seitlichen Kiesabschlußbleche, deren Schnittstellen an den Gelenken mit Kupferhülsen, die kleine Bewegungen zulassen, wasserdicht gedeckt sind. Damit an den Gelenken in der Fahrbahn keine Biegungsspannungen auftreten, sind die Gelenke in der Ebene der Fahrbahn angeordnet.

Die Übergänge von einem Überbau zum anderen sind in der oberen Fahrbahn, um Unterbrechungen in der Kiesbettung zu vermeiden, durch Schleppbleche vermittelt. Zur Aufnahme des hier durchsickernden Wassers sind darunter kleine Rinnen angebracht. Nur bei den Übergängen von den festen Brücken zur Drehbrücke mußte der Spalt unüberdeckt bleiben. Hier ist in der oberen Fahrbahn das Wasser durch Traufbleche aus Zinkblech in Querrinnen geleitet.

Die Abdeckung des Überganges in der unteren Fahrbahn erfolgt durch 50 mm starke Abdeckplatten aus geschmiedetem Stahl.

Der Zusammenbau der Oberhafenbrücke (Text-Abb. 10) wurde von der Südseite aus in Angriff genommen. Es war mit Rücksicht auf den regen Schiffsverkehr im Oberhafen erforderlich, stets wenigstens zwei Schiffsöffnungen von Gerüsten frei zu halten. Aus diesem Grunde mußte die Drehbrücke im ausgeschwenkten Zustande aufgestellt und das Baugerüst derselben durch einen Laufsteg über der südlichen Öffnung zugänglich gemacht werden. Entsprechend den zwei Stockwerken der Brücke war auch das Aufstellungsgesüst zweigeschossig. Sämtliche Brücken wurden auf starken Untergerüsten zusammengesetzt, auf denen die Obergerüste standen. Die Ständer der Obergerüste ragten über die Oberkante des Brückenkörpers hinaus und trugen schwere Längs-

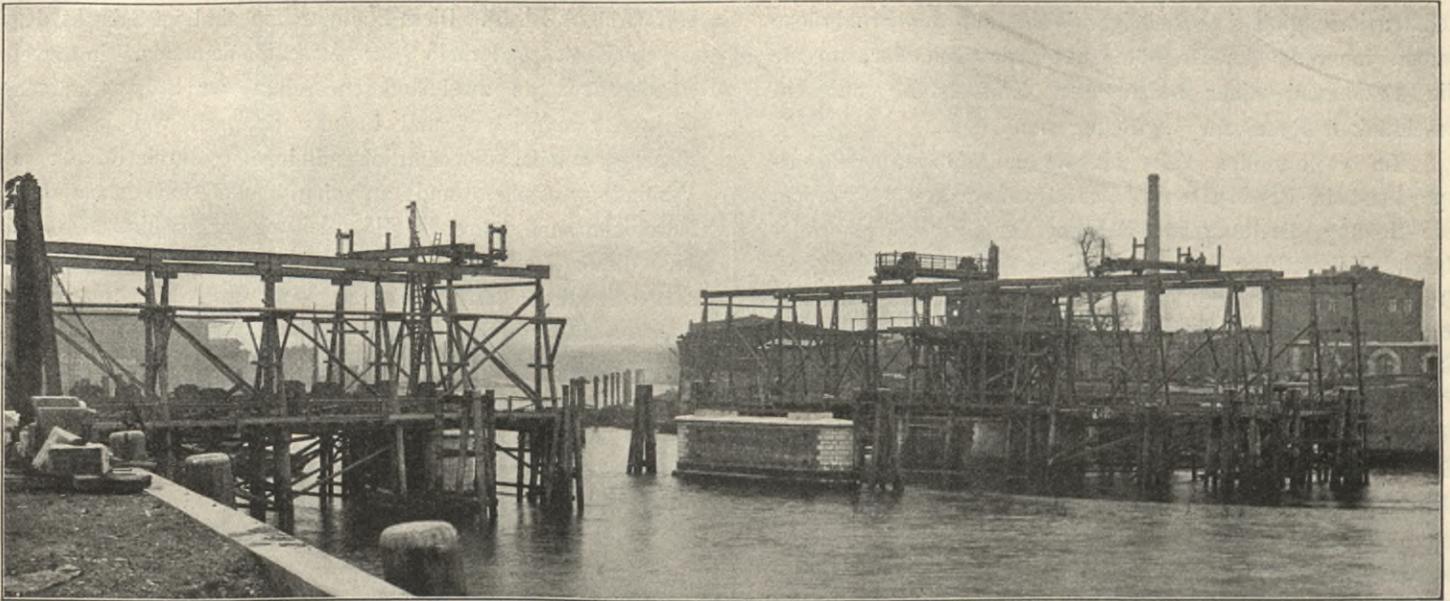


Abb. 10. Zusammenbau der Oberhafenbrücke.

balken mit aufgelegten Längsschienen (Eisenbahnschienen), auf denen der Baukran hin und her lief. Über der Mitte der Drehbrücke war dieser Gerüstteil besonders stark gemacht, dort wurden zeitweise zwei Krane aufgestellt, um die im Abschnitt „Drehbrücke“ näher beschriebene Stützpyramide, deren Ausführung über dem Drehpfeilerschacht auf einem in demselben eingebauten starken Gerüst erfolgte, in den Schacht herablassen zu können. Zu diesem Zwecke wurde die fertige, etwa 80 Tonnen schwere Stützpyramide mit vier Schraubenspindeln an den Laufkränen aufgehängt und sodann durch gleichmäßiges Nachlassen der Spindeln in die Tiefe versenkt (Text-Abb. 11). An diesen genau senkrecht gestellten Mittelteil (die Stützpyramide) schloß sich dann nach beiden Seiten hin der Zusammenbau der Hauptträger und der Fahrbahn der Drehbrücke an.

Mitte November 1903 war der Bau der Drehbrücke so weit vorgeschritten, daß sie mit Hilfe eines an einem Ende angebrachten Drahtseiles mittels Handwinde eingeschwenkt

werden konnte. Es stellte sich dabei heraus, daß sehr genau gearbeitet worden war und infolgedessen die Drehbrücke in die Öffnung zwischen den bereits fertigen benachbarten festen Unterbauten gut paßte.

Da auch bei der Aufstellung der Straßenunterführungen sehr schwere Lasten zu bewältigen waren (ein großer auf zwei Pendelsäulen ruhender Querträger wiegt 22 Tonnen), wurde hier in gleicher Weise eine Kranbahn vorgesehen. Zum Aufwinden der schweren Träger sind ebenfalls Schraubenspindeln verwendet worden.

Die Einrichtungen der Drehbrücke.

Da die Drehvorrichtung der Drehbrücke (Text-Abb. 8) eine Neuerung auf diesem Gebiete ist und in ihrer Art einzig dastehen dürfte, so wird es gerechtfertigt sein, von ihr nachfolgend eine eingehendere Beschreibung zu geben. Mit Rücksicht auf den Schiffsverkehr braucht die Drehbrücke nur selten bewegt zu werden; auch gestattet der über den

Brückenzug hinwegführende außergewöhnlich rege Straßen- und Eisenbahnverkehr ein öfteres Drehen in kurzen Zwischenräumen nicht. Zur ordnungsmäßigen Aufrechterhaltung dieses Verkehrs war es vielmehr dringend erwünscht, die Bewegungen der Drehbrücke möglichst schnell auszuführen. Aus diesen Erwägungen heraus wurde davon abgesehen, die zum Betrieb der Brücke nötige Kraft im Augenblick der Bewegung erst zu erzeugen, weil hierzu bei dem bedeutenden Brückengewicht (etwa 1000 Tonnen) eine größere Kraftanlage erforderlich gewesen wäre; vielmehr wurde als zweckmäßig erachtet, die längeren Ruhepausen im Drehbetrieb zur allmählichen Erzeugung der Kraft auszunutzen und diese zu sammeln, um sie in den seltenen Fällen ihrer Betätigung ohne weiteres zur Verfügung zu haben. Um das zu ermöglichen, reicht eine verhältnismäßig kleine Kraftanlage aus, und diese war um so mehr anzustreben, als die ganze Ma-

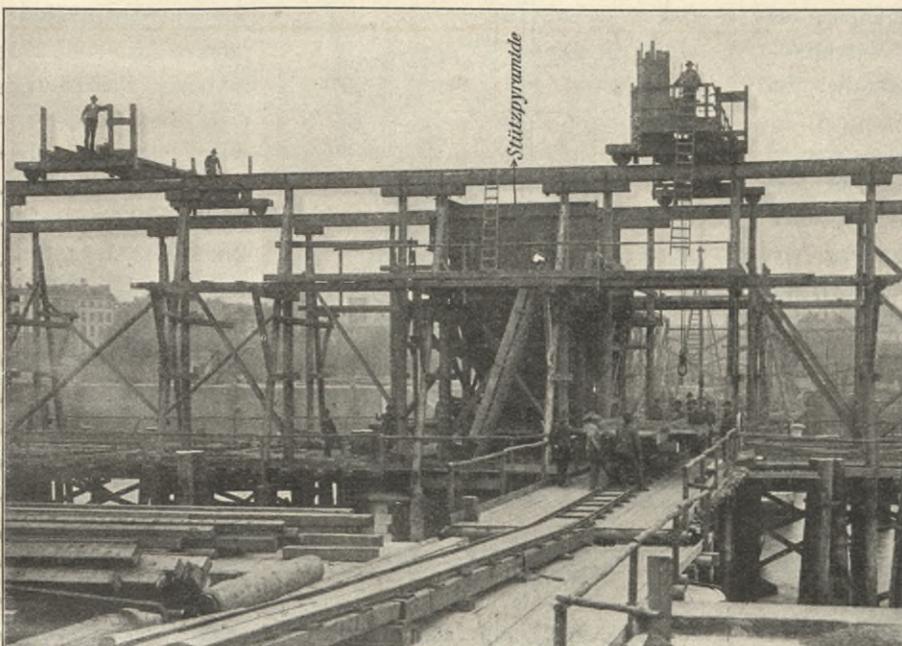


Abb. 11. Versenken der Stützpyramide in den Schacht des Drehpfeilers.

schineneinrichtung zweckmäßiger Weise auf der Drehbrücke selbst, innerhalb der Drehsäule unterzubringen war, wo für die Erzeugung einer bedeutenden Kraftleistung nur ein beschränkter Raum zur Verfügung stand.

Im vorliegenden Falle ist diesen Anforderungen entsprechend eine Preßluft- und Preßölanlage gewählt worden. Die Hebung, Drehung und Führung der Drehbrücke erfolgt durch Vermittlung eines kräftigen schmiedeeisernen Drehzapfens, der, in Form einer abgestumpften Pyramide mit einer größten oberen Seitenlänge von 5 m, sich an die Brückengliederung anschließt und am unteren Ende einen Preßkolben trägt.

Die Stützpyramide des Drehzapfens ist aus starken Eisenblechen wasserdicht genietet und schließt sich unten ebenfalls wasserdicht an den Hubkolben an. Der Hubkolben ist nicht starr mit der Stützpyramide verbunden, sondern besitzt infolge Einfügung einer kugelförmig bearbeiteten Zwischenplatte eine gewisse Beweglichkeit, so daß er nur senkrechte Drucke auszuhalten hat, während die seitlichen Stöße und Kippmomente von der Stützpyramide unmittelbar auf den Pfeiler übertragen werden. Zu diesem Zwecke besitzt dieselbe in zwei 5,28 m übereinander liegenden Ebenen je vier Gleitschuhe, von denen die oberen unmittelbar mit der Blechwand der Pyramide verschraubt sind, während die unteren von einem kräftig gegen dieselbe verspreizten räumlichen Fachwerk getragen werden. Die Gleitschuhe führen sich in zwei fest mit dem Pfeilermauerwerk verbundenen Führungsringen, deren Gleitflächen, ebenso wie diejenigen der Gleitschuhe, aus Rotguß hergestellt sind.

Die Stützpyramide ist oben an die beiden mittleren Querträger der Brücke und zwei dazwischen gespannte Längsträger angeschlossen. Der von diesem Trägerviereck gebildete, unten durch einen Fußboden abgeschlossene Raum dient als Maschinenkammer und enthält in seinem Innern alle für die Dreh- und Hubbewegung der Brücke erforderlichen Vorrichtungen. Auch der Maschinenraum, welcher eine Grundfläche von 5 m im Geviert und eine Höhe von 2,40 m hat, ist an den Seiten wasserdicht genietet, und die vorgesehenen Fenster und Türen sind gleichfalls wasserdicht verschließbar eingerichtet, so daß auch bei Sturmfluten, bei denen das Wasser bis über den Fußboden der Maschinenkammer ansteigt, die Maschineneinrichtungen sämtlich im Trockenem bleiben.

Die Bewegungsvorrichtungen der Drehbrücke werden durch Preßluft betrieben. Zu ihrer Erzeugung dient eine mittels Benzintriebmaschine angetriebene Luftpresse (Abb. 1 u. 2 Bl. 4), welche die Luft bis zu einer Spannung von 120 kg/qcm verdichtet und in flaschenähnliche Behälter drückt, aus denen sie für den Betrieb entnommen wird. In den Bewegungsvorrichtungen der Brücke wirkt nun die Preßluft nicht unmittelbar auf die Kolben und Ventile, sondern zunächst auf eine über allen gleitenden und abschließenden Teilen stehende Ölsäule, wodurch leichtes Gleiten und dichter Abschluß erreicht wird.

Die Benzintriebmaschine mit einer Leistung von 12 PS ist unmittelbar mit einer stehenden Hochdruck-Luftpresse, Bauart „Schwartzkopff“, gekuppelt und macht 200 minutliche Umdrehungen. Diese Luftpresse erzeugt stündlich 250 l Preßluft von 120 kg/qcm und drückt sie in einen aus 28 Stahlflaschen bestehenden Luftspeicher von 4000 l In-

halt (Abb. 8 Bl. 5). Diese Stahlflaschen sind im Schacht des Drehpfeilers, außerhalb der Maschinenkammer, in zwei Gliederungen an zwei äußeren Seiten der Stützpyramiden senkrecht aufgehängt und in vier Gruppen von je sieben Flaschen geteilt, die sämtlich miteinander durch Röhren in Verbindung stehen und an eine gemeinsame nach dem Maschinenraum führende Hauptleitung angeschlossen sind. Jede dieser Gruppen, die übrigens auch nach einem gemeinsamen Standrohr hin entwässern, kann durch ein besonderes Absperrventil abgetrennt werden. Außerdem ist ein Hauptabsperreschieber vorhanden, der nur geöffnet wird, wenn die Brücke bewegt werden soll. Dieser Absperrschieber dichtet mittels Kolben und Ventilkegel. Über den abdichtenden Flächen steht unmittelbar eine Ölschicht, die beim Öffnen des Schiebers durch den Kolben abgesaugt und beim Schließen wieder in die anfängliche Lage zurückgedrückt wird.

Vorrichtungen zum Heben der Brücke.

Die Brücke steht beim Anheben mit der Stützpyramide auf dem Kolben der Hubpresse und muß, um vor dem Drehen von ihren Endauflagern frei zu kommen, 100 mm gehoben werden. Da der zum Heben der Brücke nötige Druck unter dem Kolben der Hubpresse, bei 1100 mm Durchmesser desselben, 120 kg/qcm betragen muß, während der Druck im Luftspeicher im Höchsthalle nur ebensogroß ist, so kann die Preßluft nicht unmittelbar zum Heben verwendet werden. Aus diesem Grunde und besonders auch um eine mehrmalige Bewegung der Brücke mit einer Speicherladung zu ermöglichen, ist zwischen den Sammler und die Hubpresse ein Druckumformer (Abb. 1 bis 3 Bl. 5) eingeschaltet. Er besteht aus zwei miteinander gekuppelten, in entsprechenden Zylindern laufenden Kolben, deren Flächen sich wie 1:2,5 verhalten. Auf die Fläche des oberen, größeren Kolbens wirkt wieder unter Vermittlung einer Ölschicht die Preßluft aus dem Speicher, deren Druck durch ein Druckverminderungsventil auf etwa 48 kg/qcm ermäßigt ist, während der kleine untere Kolben den Druck unmittelbar auf die

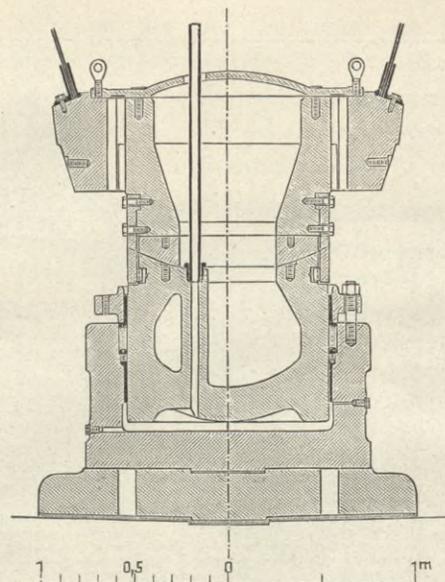


Abb. 12. Hubpresse.

Ölsäule weitergibt, welche die vom Druckumformer bis zur Hubpresse (Text-Abb. 12) führende Rohrleitung und die Hubpresse selbst ausfüllt. Es findet dadurch eine Vervielfältigung des Druckes statt gleich dem umgekehrten Verhältnis der Kolbenflächen des Umformers. Auf diese Weise ist es möglich, den Preßluftvorrat von 4000 l mit einer Anfangsspannung von 120 kg f. d. qcm bis zu einer Spannung von etwa 60 kg/qcm herab auszunutzen und damit acht volle Brückenbewegungen hintereinander auszuführen, wenn unter einer Bewegung das einmalige Heben, Aus- und Ein-

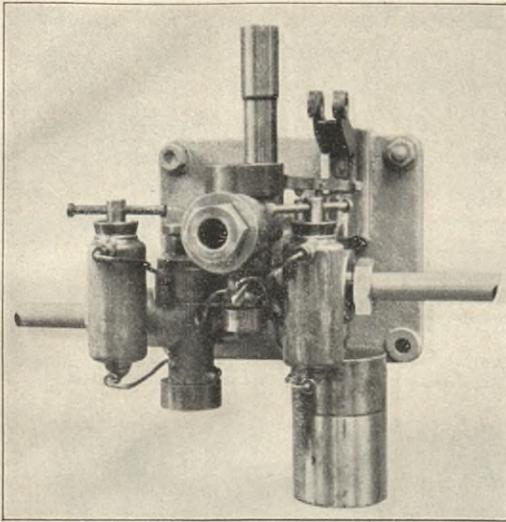


Abb. 13. Vorderansicht.

Absperr-, Druckminderungs- und Auslaßventil.

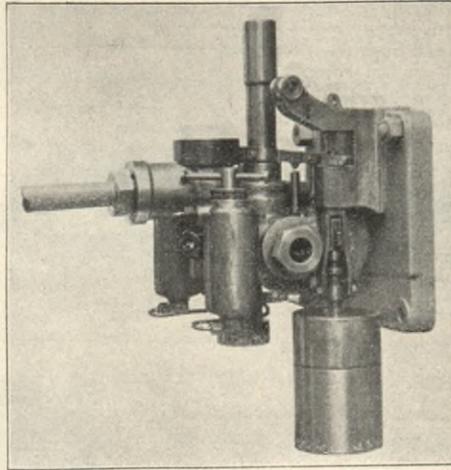


Abb. 14. Seitenansicht.

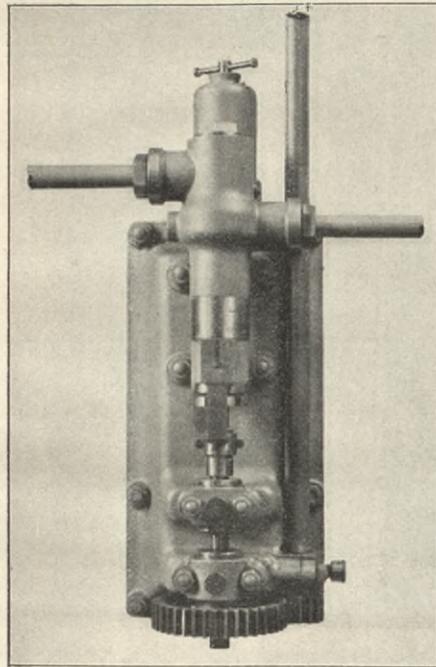


Abb. 15. Hauptabsperrschieber.

schwenken, Absenken, sowie sämtliche Riegelbewegungen verstanden wird. Um die Spannung im Speicher von 60 kg/qcm wieder auf 120 kg/qcm zu bringen, sind zehn Arbeitsstunden der Luftpresse erforderlich.

Zur Bewerkstelligung des Hebens und Senkens der Brücke dient das zusammengesetzte Absperr-, Druckminderungs- und Auslaßventil (Text-Abb. 13 und 14), welches in die

Hauptrohrleitung zwischen Hauptabsperrschieber und Druckumformer eingebaut und gleichfalls in allen wichtigen Teilen mit Öl abgedichtet ist. Das Druckminderungsventil ist auch als Sicherheitsventil ausgebildet, damit im Falle des Versagens seiner Wirkung im Umformer kein übermäßiger Druck auftreten kann. Um das Heben der Brücke einzuleiten, öffnet man das Absperrventil, worauf die Preßluft vom Hauptabsperrschieber aus (Text-Abb. 15) zum Druckminderungsventil gelangt und hierdurch mit verminderter Spannung in den Luftzylinder des Umformers über den großen Kolben. Dieser mit etwa 48 kg/qcm gedrückte Kolben treibt den unteren kleineren Kolben vor, und die Hebung der Brücke erfolgt, indem dieser Kolben auf die darunter stehende Ölsäule wieder einen Druck von 120 kg/qcm ausübt. Der Hub der Brücke um 100 mm ist durch eine Hubbegrenzung der Umformerkolben festgelegt. Um das Absenken zu bewirken, schließt man das Absperrventil und öffnet das Auslaßventil, worauf die Luft über dem großen Kolben des Umformers ins Freie entweicht, und die Brücke durch ihr

Eigengewicht sich senkt, wobei sie das unter dem Kolben der Hubpresse befindliche Öl in den unteren Zylinder des Umformers zurückdrückt.

Damit sich die Brücke in langsamer stetiger Bewegung absenkt, ist in die Rohrleitung zwischen Umformer und Hubpresse, unmittelbar vor dieser, eine Drosselvorrichtung mit verstellbarem Durchgang eingesetzt, welche auch den Zweck hat, bei einem etwaigen Rohrbruche das Herabstürzen der Drehbrücke zu verhindern. Die Zeitdauer des Absenkens ist auf 25 Sekunden festgelegt, während zum Heben 28 bis 30 Sekunden erforderlich sind.

Vorrichtungen zum Drehen der Brücke.

Um die Drehbewegung zu erzeugen, dient eine dreizylindrige Preßluftmaschine nach Art derjenigen, welche die Berliner Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals L. Schwartzkopff für Torpedos verwendet. Diese Maschine hat drei Tauchkolben in sternförmiger Anordnung, deren Kolbenstangen auf eine gemeinsame Kurbel wirken. Die Ein- und Ausströmung wird für jeden Zylinder durch je einen doppelten Kolbenschieber gesteuert; alle drei Kolbenschieber werden von einer gemeinsamen Scheibenkurbel bewegt. Der Arbeitsdruck beträgt in der Regel 30 kg/qcm, was bei 700 minutlichen Umdrehungen einer Leistung von 37 PS entspricht. Bei besonders großen Widerständen der Brücke, hervorgehoben durch einseitigen Winddruck, kann der Arbeitsdruck bis auf 40 kg/qcm erhöht werden. Es ist möglich, den Betriebsdruck während der Bewegung der Brücke vom Führerstand aus mittels eines Druckminderungsventils nach Bedarf zwischen 0 und 40 kg/qcm zu verändern. Die Preßluft zum Betriebe der Antriebmaschine für die Drehbewegung wird der nach dem Umformer führenden Hauptleitung entnommen, wobei der Umformer als Behälter dient, dessen Druck mit Hilfe des Druckminderungsventils für Heben und Senken stets auf gleicher Höhe erhalten wird, indem es die von der Triebmaschine verbrauchte Luftmenge augenblicklich nachströmen läßt. Um zu verhindern, daß diese Maschine ihre richtige Umdrehungszahl überschreitet, hängt der Luftzutritt von einem Fliehkraftregler mit Drosselschieber ab.

Die Antriebsvorrichtung ist zwecks Wärmezuführung von einem Kasten mit Wasserfüllung umgeben, um zu verhüten, daß die durch die Dehnung der hochgespannten Preßluft hervorgerufene bedeutende Abkühlung eine Vereisung der Maschine bewirkt. Die Triebmaschine überträgt ihre Bewegung mittels Zahnradübersetzung auf das Schaltwerk. Da sie stets nur in demselben Drehungssinne arbeitet, so sind zwei Vorlegewellen (Abb. 1 u. 2 Bl. 6) angeordnet, welche übereinander liegen und durch Zahnräder in Umdrehungen von entgegengesetzter Richtung versetzt werden. Je nachdem die Brücke ein- oder ausgeschwenkt werden soll, tritt die obere oder untere Welle in Tätigkeit. Auf diesen beiden Vorlegewellen sind Reibungskupplungen und Bremsscheiben befestigt. Jede der Vorlegewellen besteht aus zwei Teilen,

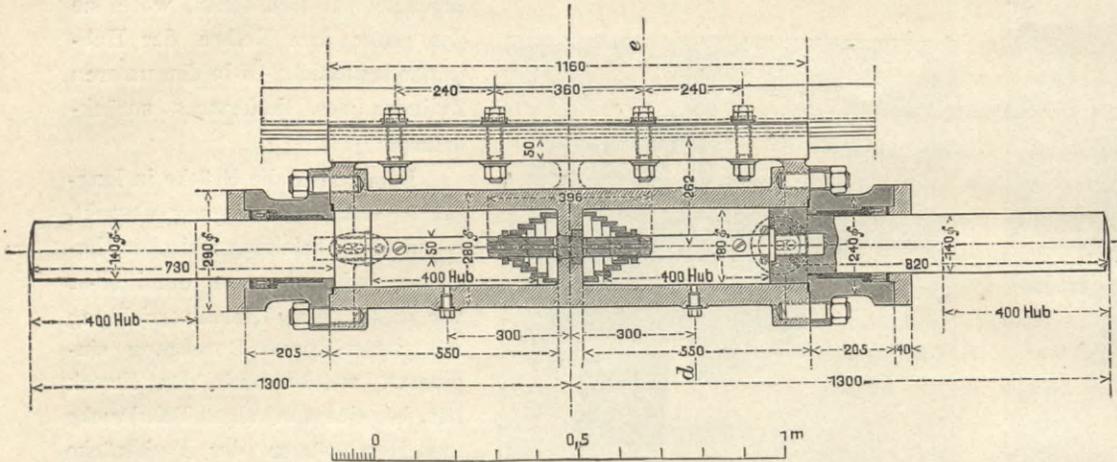


Abb. 16. Längenschnitt nach a-b.

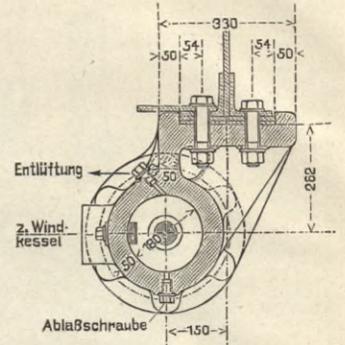


Abb. 17. Querschnitt d-e.

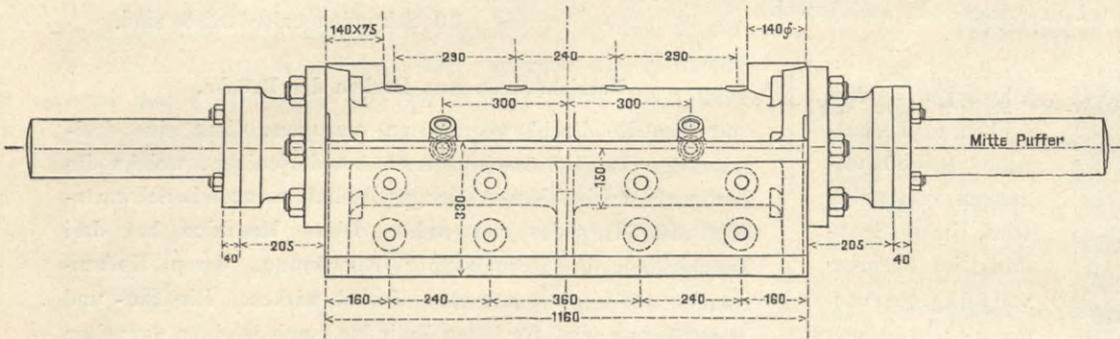


Abb. 18. Oberansicht.

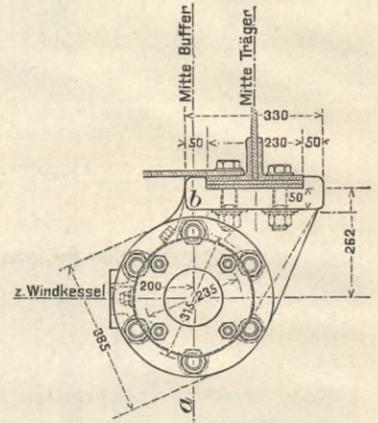


Abb. 19. Seitenansicht.

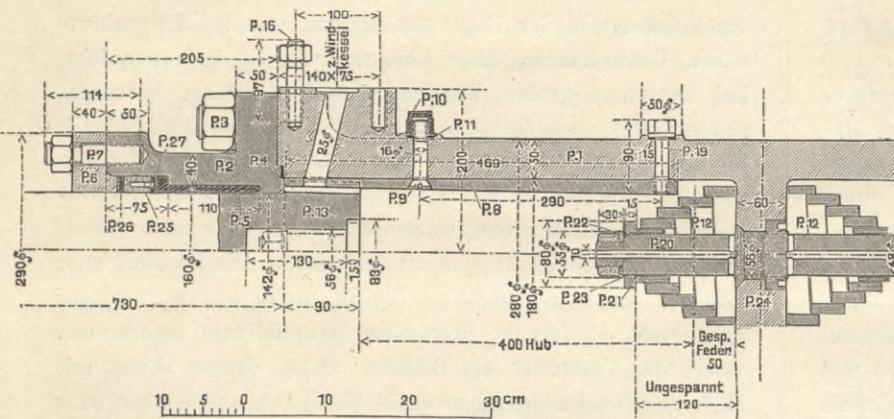


Abb. 20. Teil des Längenschnittes.

Abb. 16 bis 20. Puffer am südlichen Ende der unteren Brückentafel.

Niedrigster Druck im Zylinder	22 Atm.
Höchster " " "	70 " "
Probedruck	120 " "

die erst durch das Einrücken der Reibungskupplungen fest miteinander verbunden werden.

Die Drehbewegung wird durch zwei weitere Zwischenwellen nebst Zahnrädern schließlich auf einen Zahnkranzabschnitt übertragen, der im Pfeilermauerwerk fest verankert ist. Um der Antriebmaschine für die Drehbewegung die Beschleunigung der großen Brückenmasse zu erleichtern, ist eine besondere Andrehvorrichtung (Abb. 2 Bl. 6) vorgesehen. Sie besteht aus einem Zylinder mit Kolben, dessen Stange mittels Sperrklinken in zwei Sperrräder greift, welche auf die untere Vorlegewelle aufgekeilt sind. Die Vorrichtung tritt beim Anlassen der Drehbewegung in Tätigkeit, indem sie die Vorlegewelle unmittelbar um ein Stück dreht, das

ungefähr einer vollen Umdrehung der Triebmaschine entspricht und genügt, um der Brücke eine bedeutende Anfangsgeschwindigkeit zu geben. Die Andrehvorrichtung schaltet sich alsdann selbsttätig wieder aus.

Die Bedienung der verschiedenen Bewegungsvorrichtungen der Brücke geschieht von einem Schaltwerk aus. Die Einstellung desselben für die beabsichtigte Drehbewegung erfolgt mit Hilfe eines Steuerzylinders, der am Schaltwerk angebracht ist, und dessen Verteilungsschieber (Text-Abb. 21) mittels eines Gestänges vom Führerstand aus bewegt wird. In der „Haltstellung“ hat dieser Schieber seine Mittellage, d. h. der Steuerkolben hat gleichfalls Mittellage. Von der Kolbenstange werden mittels Hebels und

Stück	Gegenstand	Pos.	Material
1	Zylinder	1	Gußeisen
1	Deckel	2	Stahlguß
13	1 1/8" Stiftschrauben 165 mm lang mit Muttern	3	Schweißeisen
2	Dichtungsringe 210/182 mm Durchmesser	4	Leder
2	Büchsen	5	Rotguß
2	Stopfbuchsbrillen	6	Gußeisen
8	1" Stiftschrauben 114 mm lang mit Muttern	7	Deltam
2	Keile	8	Stahl
2	Schrauben mit 3/8" Gasgewinde 84 mm lang	9	"
2	Muttern dazu	10	Deltam
4	Dichtungsringe 33/16 mm Durchmesser	11	Leder
2	Kegelfedern	12	Stahl
2	Kolben	13	"
4	Entlüftungs- bzw. Ablaßschrauben	14	Deltam
6	Dichtungsringe 38/24 mm Durchmesser	15	Leder
4	3/4" Stiftschrauben 97 mm lang mit Muttern	16	Schweißeisen
6	1 1/8" Schrauben 135 mm lang mit Muttern und Schrauben	17	"
4	1 1/8" " 145 " " "	18	"
2	Kopfschrauben mit 3/8" Gasgewinde 90 mm lang	19	Stahl
1	Spindel	20	"
2	Ringe 80/49 mm Durchmesser	21	"
2	Muttern mit 1 1/8" Gewinde	22	Schweißeisen
2	Unterlegscheiben 55 mm Durchmesser	23	"
1	Mutter mit 1 3/4" Gasgewinde	24	Stahl
2	Dichtungsringe	25	"
2	Zwischenringe	26	Rotguß
2	Grundringe	27	"

Gestänges die Bremsen und die Reibungskupplungen betätigt, und von letzteren wiederum ist das Luftabsperrentil der Antriebmaschine für die Drehbewegung abhängig. In der Haltstellung sind die Bremsen durch Gewichte angezogen, beide Kupplungen gleichfalls durch Gewichte ausgerückt, und das Absperrentil bleibt geschlossen. Wird nun der Schieber am Steuerzylinder nach der einen oder anderen Seite, also auf Aus- oder Einschwenken bewegt, so verläßt der Steuerkolben unter dem Einfluß der einströmenden Preßluft die Mittellage und veranlaßt hierdurch unmittelbar hintereinander folgende Betätigungen der Drehvorrichtung.

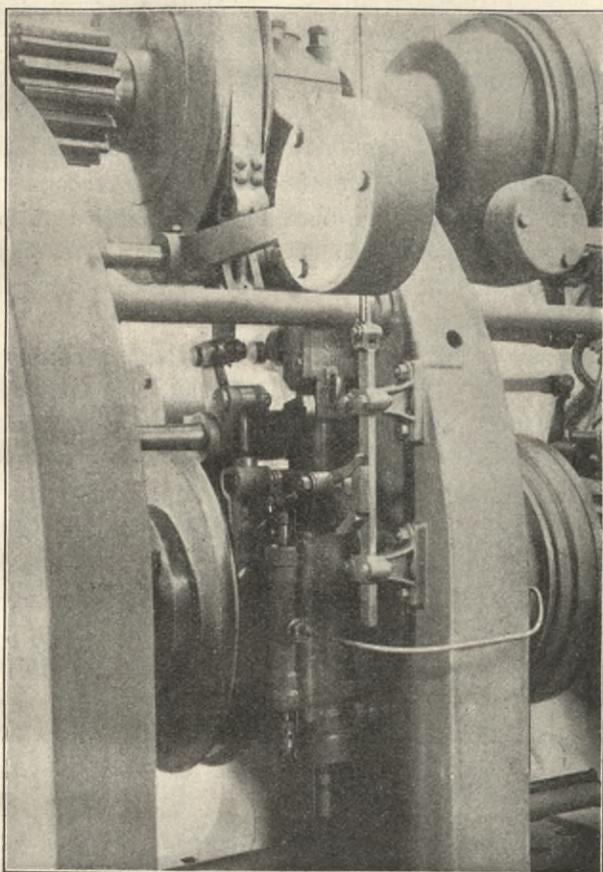


Abb. 21. Verteilungsschieber.

Die Gewichte der Bandbremsen werden angehoben, die Bremsbänder lösen sich, eine von den beiden Kupplungen wird eingerückt und das Absperrentil zur Antriebmaschine für die Drehbewegung wird beim Einrücken der Kupplung geöffnet. Die durch das Absperrentil eintretende Preßluft setzt nunmehr sofort Triebmaschine und Drehvorrichtung in Tätigkeit, und die Brücke kommt dadurch in schnelle Drehbewegung. Um zu verhüten, daß die Triebmaschine die Brücke mit zu großer Geschwindigkeit in die Endlage treibe, ist sie mit einer selbsttätigen Abstellvorrichtung (Abb. 9 bis 11 Bl. 5) versehen. Diese besteht aus einem Gestänge im Maschinenraum, welches auf den Drosselschieber des Fliehkraftreglers wirkt. Derselbe wird durch Hebel betätigt, die an der äußeren Wand der Maschinenkammer gelagert sind und beim Drehen der Brücke von Anschlägen, die am Brückenpfeiler befestigt sind, bewegt werden. Die Lage dieser Anschläge, von denen der eine beim Ausschwenken, der andere beim Einschwenken in Tätigkeit tritt, ist so gewählt, daß sie eine bestimmte Strecke vor Vollendung der Drehbewegung auf die betreffenden Hebel stoßen

und hierdurch den Drosselschieber für den Luftzutritt zur Triebmaschine nahezu schließen, so daß letztere keine Kraftwirkung mehr auf die Brücke ausüben kann und diese sich mit allmählich abnehmender Geschwindigkeit in ihre Endlage bewegt. Die der Brücke zuletzt noch innewohnende Bewegungskraft wird durch einen Puffer mit Preßluft und Preßöl (Text-Abb. 16 bis 20) vernichtet, der aus einem Doppelzylinder mit zwei Kolben besteht und an dem einen Ende der Drehbrücke befestigt ist. Dieser Puffer legt sich gegen Pufferböcke, von denen einer auf dem Pfeiler der festen Brücke, der andere auf einer im Wasser stehenden Pfahlgruppe befestigt ist. Diese Böcke bilden die Begrenzung der Drehbewegungen. Die Brücke drückt, indem sie gegen den Pufferbock mit dem Puffer anfährt, letzteren zusammen und wird dann von ihm wieder langsam in ihre Mittellage gebracht, so daß bei eingeschwenkter Stellung der Riegel, welcher die Brücke in dieser Lage festhalten soll, eingeführt werden kann. Wenn hiernach das Einstellen des Schaltwerkes auf „Halt“ erfolgt, so geht der Steuerkolben im Steuerzylinder auf die Mittellage zurück, wodurch nacheinander folgendes bewirkt wird:

Das Schließen des Absperrentils der Antriebmaschine für die Drehbewegung; das Ausrücken der Kupplung, das Anziehen der Bremsen und gleichzeitig damit die Freigabe des Drosselschiebers an der Triebmaschine, der bis jetzt geschlossen war, durch die selbsttätige Abstellvorrichtung.

Das Drehen der Brücke um 90° erfolgt in 75 Sekunden, während eine volle Bewegung der Brücke, also Heben, Aus- und Einschwenken einschließlich Betätigung der Riegel, ungefähr $4\frac{1}{2}$ Minuten erfordert.

Vorrichtungen zum Verriegeln und Sichern der Drehbrücke.

Zum genauen Einstellen der eingeschwenkten Brücke in der Mittellage und zum Festhalten in dieser Lage dient ein Riegel (Abb. 4 bis 7 Bl. 5), welcher am südlichen Ende der Brücke in der Mitte der oberen Fahrbahn angeordnet ist und in eine entsprechende, am benachbarten festen Brückende angebrachte Öse eingreift. Dieser Riegel ist an seinem vorderen Ende keilförmig zugespitzt, damit er auch in dem Falle leicht in die Öse eingeführt und die Brücke richtig eingestellt werden kann, wenn sie beim Einschwenken nicht in der genauen Mittellage stehen geblieben sein sollte. Sowohl während der eingeschwenkten, gesenkten Stellung der Brücke, als auch während ihrer Hebung bleibt der Riegel im Eingriff und wird erst vor Einleitung der Drehbewegung zurückgeschoben. Nach dem Einschwenken wird der Riegel bereits vor dem Absenken wieder eingeschoben, damit dieses genau senkrecht erfolgt, und die Brücke während dessen nicht etwa durch einseitigen Wind zurückgedreht werden kann. Das Bewegen des Riegels geschieht durch Preßluft, welche auf den Kolben eines Zylinders wirkt, der mit Öl gefüllt ist. Die Steuerung erfolgt vom Führerstand aus durch einen mittels Handrades zu bewegenden Schieber. Mit dem Riegel ist ein Rückmeldegestänge gekuppelt, das die jeweilige Stellung des ersteren auf einer Zeigerscheibe am Führerstande anzeigt. Während am Südende der Drehbrücke nach ihrer Verriegelung und Absenkung ohne weiteres Schienenkopf vor Schienenkopf stehen muß, ist am Nordende, das beim Absenken nicht geführt wird, eine Verschiebung der Gleisenden gegeneinander infolge von Ver-

krümmungen des eisernen Überbaues in der wagerechten Ebene, die durch Wärmeeinflüsse oder aus anderen Gründen entstanden sein können, nicht ausgeschlossen. Um jedoch auch diese Verkrümmungen und ihren Einfluß auf die Schienenlage für den Eisenbahnbetrieb unschädlich zu machen, sind am nördlichen Brückenende $2\frac{1}{2}$ m lange Pendelschienen angeordnet, die mit dem sogenannten Pendelschienenriegel verbunden und von demselben in ihrer richtigen Lage gehalten werden (Abb. 12 u. 13 Bl. 5). Dieser Riegel besteht aus zwei Teilen, die durch ein eine seitliche Bewegung gestattendes Gelenk verbunden sind. Er ist vorn gleichfalls keilförmig ausgebildet und greift beim Vordringen in eine mit entsprechender Öffnung versehene Öse, die auf dem benachbarten festen Brückenende angebracht ist. Mit dem Riegel durch Gestänge verbunden sind, ähnlich den Weichenzungen, um je einen an ihrem Wurzelende befindlichen Zapfen drehbare Rahmen, auf dem die Schienenstücke befestigt sind. Hierdurch wird eine seitliche Verschiebung der Schienenkopfen möglich. Wenn nach dem Absenken der Drehbrücke die Schienen derselben mit denen der festen Brücke nicht Kopf vor Kopf stehen, so werden durch Einschleiben des Pendelschienenriegels in die Öse die mit ihm gekuppelten Pendelschienenrahmen und damit die mit diesem verbundenen Schienenstücke so weit seitlich verschoben, daß die Schienenenden der beweglichen und festen Brücke sich genau gegenüber liegen. Dieser Riegel, der erst nach vollendeter Absenkung der Brücke betätigt wird, wird in derselben Weise wie der Riegel am Südende der Brücke bewegt und ist ebenso wie dieser mit einem Rückmeldegestänge verbunden.

Wegen der außerordentlichen Quersteifigkeit der Brücke ist von einer besonderen Verriegelung der unteren Fahrbahn Abstand genommen worden.

Die Betätigung der Kupplungen für die über die Brücke führenden Signaldrahtleitungen geschieht in gleicher Weise durch Preßluft wie bei den Brückenriegeln.

Die zum Betriebe dieser Vorrichtungen, sowie auch des Puffers, nötige Preßluft wird durch eine besondere Zweigleitung vom Hauptabsperrschieber entnommen, in welche ein besonderes Druckminderungsventil eingeschaltet ist.

Führerstand.

Die Ingangsetzung und die Steuerung der Maschinen, um die Bewegungen der Drehbrücke einzuleiten und durchzuführen, erfolgen vom Führerstand (Abb. 6 Bl. 1 u. 2) aus, der seitlich der oberen, dem Eisenbahnverkehr dienenden Fahrbahn, in der Mitte des westlichen Fußsteiges der Drehbrücke angeordnet ist.

Auf dem Führerstand befinden sich alle Steuerteile, die sämtlich, mit Ausnahme der zur Bedienung erforderlichen Handräder, zum Schutze gegen Witterungseinflüsse in einem Blechkasten untergebracht sind. Die Handräder sind durch Riegel und Rückmeldegestänge derart voneinander und den Brückenbewegungen abhängig gemacht, daß alle Bewegungen unbedingt in richtiger Reihenfolge ausgeführt werden müssen, und daß keine neue Bewegung eingeleitet werden kann, bevor nicht die vorhergehende vollendet ist. Die Steuerungsvorrichtung steht außerdem mit den Brückendeckungssignalen derart in Verbindung, daß eine Bewegung der Brücke nur dann möglich ist, wenn diese Signale auf „Halt“ verriegelt sind.

Den Führerstand bedient der Brückenwärter. Dieser ist in dem Wärterhäuschen untergebracht, das auf der oberen Fahrbahn und zwar auf dem ersten festen Überbau südlich der Drehbrücke aufgebaut ist. Soll die Brücke ausgedreht werden, so gibt zunächst Hauptbahnhof Hamburg den im Sicherheitsschloß festgehaltenen Sicherheitsschlüssel des Signalkurbelwerkes im Wärterhäuschen blockelektrisch frei. Der Brückenwärter zieht nun den Schlüssel aus dem Schloß, verriegelt damit die Brückendeckungssignale in Haltstellung, benutzt alsdann denselben Schlüssel zum Öffnen des am Handrad II des Führerstandes befindlichen Sicherheitsschlusses und entriegelt damit erst dieses Handrad. Das Handrad I zur Bedienung des Hauptabsperrschiebers wird durch das Sicherheitsschloß des Führerstandes nicht beeinflußt und ist auch an die gegenseitige Blockierung der übrigen Handräder nicht angeschlossen. Es soll durch diese Freigabe des Handrades I ein jederzeitiges Öffnen und Schließen des Hauptabsperrventils zwecks Vornahme von Prüfungen der Druckleitungen und Ventile auf ihre Betriebsfähigkeit ermöglicht werden. Um jedoch auch hier ein Öffnen dieses Ventils durch Unbefugte tunlichst zu verhindern, ist auf der Spindel des Handrades I ein Sperrrad angebracht.

Durch das Handrad II wird ein Verteilungsschieber geöffnet, welcher dem Zylinder Druckluft zuführt, der die Kupplungen für die über die Brücke führenden Signaldrahtleitungen ausrückt. Ein mit diesen Kupplungen verbundenes Rückmeldegestänge zeigt die ausgeführte Bewegung an und entblockt das vorher unbewegliche Handrad III. Mit diesem wird ein zweiter Verteilungsschieber geöffnet, der den Kolben des Pendelschienenriegels betätigt, wodurch dieser herausgezogen wird. Diese Bewegung wird von einem Rückmeldegestänge angezeigt und dadurch Handrad IV entblockt. Mit der Bewegung jedes einzelnen Handrades wird stets das vorhergehende verblockt, während nach erfolgter Bewegung das Rückmeldegestänge das nächstfolgende Handrad freigibt.

Durch Handrad IV wird das Absperrventil am Umformer geöffnet, und die Brücke beginnt sich zu heben. Die vollendete Hubbewegung von 100 mm zeigt wiederum ein besonderes Gestänge an, wonach Handrad V frei wird, während IV schon verblockt ist. Nunmehr kann der Brückenriegel zurückgezogen werden, genau in der gleichen Weise wie der Pendelschienenriegel und die Signalkupplungen. Ist die Riegelbewegung beendet, was wieder durch ein Gestänge angezeigt wird, ist also schließlich Handrad VI freigegeben, so kann nunmehr die Drehbewegung eingeleitet werden. Das geschieht dadurch, daß mittels des Handrades der Schieber des Steuerzylinders am Schaltwerk bewegt wird; es erfolgt dann das Lösen der Bandbremsen, das Einrücken der Kupplung für das Ausschwenken und schließlich das Angehen der Antriebsmaschine für die Drehbewegung mit der Andrehvorrichtung zur Beschleunigung der Brücke. Die ausgeführte Bewegung wird auch hierbei von dem Rückmeldegestänge angezeigt, und damit sind nunmehr alle Handräder bis auf Handrad VI verblockt. Man ist also gezwungen, beim Eindrehen der Brücke die umgekehrte Reihenfolge wie beim Ausschwenken innezuhalten.

Der Führerstand gleicht also in seinen zwangläufigen Abhängigkeiten einem Stellwerk zur Sicherung der Weichen auf Bahnhöfen.

Zu jedem Handrade gehört ein Messingschild, auf dem die Bestimmung des Handrades vermerkt ist. Außerdem sind auf dem Messingschild noch Marken angebracht, welche die Grenzstellungen der von den Spindeln betätigten Zeiger angeben und damit den Wärter über den Stand der Bewegung genau unterrichten. Die Rückmeldegestänge sind ebenfalls mit Zeigern versehen.

Hilfs-Bewegungsvorrichtungen.

Um die Brücke auch beim Versagen der Druckluftanlage bewegen zu können, sind Hilfseinrichtungen vorgesehen (Abb. 1 u. 2 Bl. 4). Zum Heben der Brücke wird die Benzintriebmaschine mit einer besonderen Druckpumpe gekuppelt und die Brücke mit dieser in die Höhe gepumpt. Der zum Zurückziehen und Vorschieben der Riegel, sowie zum Ein- und Ausrücken der Kupplungen für die über die Brücke führenden Signaldrahtleitungen erforderliche Flüssigkeitsdruck, wird durch eine auf dem Führerstand befindliche Hilfspumpe mit Handbetrieb erzeugt. Zum Schwenken der Brücke wird die Benzintriebmaschine mit dem Schaltwerk gekuppelt und die Antriebmaschine für die Drehbewegung ausgerückt.

Falls auch die Benzintriebmaschine versagen sollte, ist durch Einschalten von besonderen Vorgelegen noch die Möglichkeit gegeben, die Brücke von Hand zu heben und zu drehen. Das Bewegen mittels dieser Hilfseinrichtungen erfordert naturgemäß einen verhältnismäßig großen Zeitaufwand.

Die Zeitdauer für eine volle Bewegung beträgt bei Betrieb mit Preßluft $4\frac{1}{2}$ Minuten, mit Benzintriebmaschine $17\frac{1}{2}$ Minuten und von Hand etwa 2 Stunden.

Das Gangwerk der Drehbrücke hat, nach Beseitigung kleinerer Unvollkommenheiten, wie sie bei allen neuen verwinkelten Maschinenanlagen vorkommen, bisher gut und zuverlässig gearbeitet.

Nach den mit der Stadt Hamburg vertraglich getroffenen Abmachungen liegt die Unterhaltung der Maschinenanlage und die Bedienung der Drehbrücke Hamburg ob. Da jedoch die Eisenbahnverwaltung zur Wahrnehmung des Signaldienstes auf der oberen Fahrbahn einen Brückenwärter haben muß, so ist nachträglich vereinbart worden, daß dieser den Führerstand der Drehbrücke gegen eine von Hamburg zu leistende entsprechende Entschädigung bedienen soll, während die Unterhaltung der Bewegungsvorrichtungen und die Aufrechterhaltung der Betriebsfähigkeit der Brücke den in hamburgischen Diensten stehenden Maschinisten anvertraut bleiben. Diese werden in der Regel in der unter der unteren Fahrbahn gelegenen Maschinenkammer beschäftigt sein; sie müssen jedoch auch behufs Untersuchung des Führerstandes und der Riegelvorrichtungen bequem auf die obere Fahrbahn gelangen können. Zu diesem Zwecke ist in der Mitte der Drehbrücke am westlichen Fußsteig zur Verbindung der beiden Fahrbahnen eine eiserne Treppe ausgebaut.

Die Schranken.

Die Schranken, welche auf der unteren Fahrbahn beim Bewegen der Drehbrücke diese gegen die festen Überbauten abschließen, werden ebenfalls von den Hamburger Maschinisten bedient und unterhalten. Da der Wärter am Führerstand wissen muß, wann die Absperrung gegen die Drehbrücke erfolgt ist, und da auch umgekehrt die bei den Schranken

beschäftigten Leute davon unterrichtet sein müssen, wann die Drehbrücke sich wieder endgültig in eingeschwenkter Lage befindet, eine unmittelbare Verständigung der beiden Parteien aber nicht gut möglich ist, so sind mit den Schranken bzw. mit dem Führerstand sichtbare Signale zwangsweise derart verbunden, daß der Abschluß der Schranken- oder Brückenbewegungen ohne weiteres durch die Signale angezeigt werden. Dabei sind die Signale, um Irrtümer zu vermeiden, so angeordnet, daß die für den Wärter am Führerstand bestimmten Zeichen nicht von den Schrankenwärtern und die für diese bestimmten nicht von jenem gesehen werden können.

Jede der beiden Schranken ist zweiteilig, und da sie von je einem Manne bedient werden sollen, so können die Arme einer Schranke nur nacheinander bewegt werden. Es ist daher notwendig, daß derjenige Arm zuletzt gezogen werde, welcher mit dem für den oben befindlichen Brückenwärter geltenden sichtbaren Signal zwangsläufig verbunden ist. Um diese Reihenfolge in der Schrankenbedienung unter allen Umständen zu sichern, sind die beiden Schrankenarme in eine entsprechende Abhängigkeit voneinander gebracht, die nur mittels Aufschließens von Sicherheitsschlössern aufgehoben werden kann.

Der Wärter muß hiernach zunächst den nicht mit dem Signal verbundenen Schrankenarm schließen, um aus dem an seiner Bewegungsvorrichtung befindlichen Sicherheitsschloß den Schlüssel herausziehen zu können. Mit diesem Schlüssel schließt er alsdann das an der Drehvorrichtung des anderen Schrankenarmes angebrachte Sicherheitsschloß auf und gibt damit erst die Bewegungsfähigkeit dieses Armes frei. Das sichtbare Signal „Unten fertig“ kann also dem oben stehenden Wärter nur erscheinen, wenn tatsächlich die Schranken vollkommen geschlossen sind.

Das für die Schrankenwärter bestimmte Zeichen ist in eine derartige Abhängigkeit von der im oberen Führerstand befindlichen Blockierungsvorrichtung für die Signalbedienung gebracht, daß es erst dann „Oben fertig“ zeigt, wenn die Eisenbahndeckungssignale der Brücke wieder auf „Halt“ verriegelt sind, d. h. wenn die letzte Betätigung des Brückenwärters an den Handrädern des Führerstandes zur Sicherung der eingedrehten Brücke stattgefunden hat.

Um ferner auch noch eine Verständigung zwischen Maschinenkammer und Führerstand jederzeit zu ermöglichen, sind diese durch ein Sprachrohr miteinander verbunden.

Die Lenzpumpe.

Als letzte maschinelle Anlage sei noch die im Drehpfeilerschacht befindliche Lenzpumpe erwähnt, die lediglich dazu dient, den Schacht zu entleeren, wenn derselbe bei Hochfluten voll Wasser gelaufen ist.

Es ist eine in Höhe der unteren Gleitschuhe an dem die Stützpyramide umgebenden Trägerwerk aufgehängte Kreiselpumpe gewählt, deren Saugrohr bis auf die Sohle des Schachtes hinabreicht, während das Druckrohr über den Rand des Pfeilers ausgießt. Die Welle der Pumpe ist mittels einer Stopfbüchse wasserdicht durch die Blechwand der Stützpyramide in das Innere derselben geführt und wird mit Hilfe einer Riemenübertragung von oben her durch die Benzintriebmaschine angetrieben. Die Leistungsfähigkeit der Kreiselpumpe konnte schon mehrfach festgestellt werden. Sie hat

in allen Fällen zuverlässig gearbeitet und durchschnittlich etwa 1,2 cbm Wasser in der Minute ausgeworfen. Da der Pfeilerschacht rund 206 cbm Wasser faßt, kann derselbe hiernach in etwa $\frac{206}{1,2} = 172$ Minuten oder rund 3 Stunden leer gepumpt werden.

Entwässerung des Brücke.

Die Entwässerung der oberen Fahrbahn (Abb. 1 u. 2 Bl. 3) erfolgt derart, daß das sich in den Blechmulden sammelnde Wasser durch in der Mitte dieser Bleche angebrachte senkrechte Röhren in \perp -förmige Quersammelrinnen fließt, von denen je eine in jedem Felde liegt und in die beiderseits außerhalb der Hauptträger befindlichen, ebenfalls \perp -förmigen Längshaupttrinnen mündet. Aus diesen Längshaupttrinnen wird das Wasser durch Abfallrohre, die bis unter die untere Gurtung reichen, unmittelbar in den Oberhafen geleitet.

Die untere Fahrbahn wird durch die neben den Bordsteinen in das Betonbett in bestimmten Abständen eingelassenen Trummen ebenfalls unmittelbar in den Oberhafen entwässert.

Beleuchtung.

Die untere Straßenbahn und die beiderseitigen Fußwege werden, soweit die festen Überbauten in Frage kommen, mittels Gas erleuchtet. Die Zuleitungsrohre führen von beiden Seiten des Bauwerks bis an die Drehbrücke. Auf der Drehbrücke selbst ist von der Beleuchtung mit Gas wegen der Schwierigkeiten der Zuführung desselben Abstand genommen und Spiritusglühlicht vorgesehen. Die Beleuchtungskörper sind an einzelnen Senkrechten der Brückengliederung angebracht.

Dalben.

Auf beiden Seiten der gewöhnlichen Stropfweiler ist zum Schutze derselben gegen das Anfahren der Schiffe je eine Dalbe angeordnet. Um die Drehbrücke in ausgeschwenkter Lage zu schützen, ist sie ringsherum mit 18 Dalben umgeben (Abb. 1 bis 3 Bl. 1 u. 2).

Gewichte und Kosten.

Nördliche Straßenunterführung (15,0 + 17,8 = 32,8 m Stützweite)	= 250 t
Fachwerkbrücke I und II (je 24,60 m Stütz- weite) 2 · 290	= 580 t
Drehbrücke III (2 · 23,6 = 47,20 m Stützweite) =	600 t
Fachwerkbrücke IV (12,3 m Stützweite) . . . =	126 t
Südliche Straßenunterführung (16,2 + 11,5 = 27,7 m Stützweite)	= 215 t
	zusammen 1770 t.

Hiervon entfallen:

1. Auf die Fachwerkbrücke mit zusammen
114,82 m Stützweite = 1306 t
2. Auf die Straßenbrücken (Blechträger) mit
zusammen 60,5 m Stützweite = 465 t.

Das macht für 1 m Länge der Fachwerkbrücke $\frac{1306}{114,82}$
= rund 11,3 t, für 1 m Länge der Straßenbrücke $\frac{465}{60,5} =$
rd. 7,7 t.

Die Kosten des eisernen Überbaues betragen, wie bereits früher erwähnt, 571 000 \mathcal{M} , demnach für die Tonne $\frac{571\ 000}{1770} =$ rd. 320 \mathcal{M} .

Die Gesamtkosten des ganzen Brückenzuges mit allen Nebenanlagen betragen 1 070 000 \mathcal{M} .

Bauzeiten und Bauleitung.

Mit den Gründungsarbeiten wurde Anfang Mai 1902 begonnen, und zwar gleich auch mit den Arbeiten zur Herstellung des Drehpfeilers, weil der Bau desselben am meisten Zeit in Anspruch nahm. Anfang März 1903 war der Drehpfeiler fertig, also nach einer etwa einjährigen Bauzeit. Sämtliche Stropfweiler waren Anfang Januar 1903 fertiggestellt, die Unterbauten des ganzen Brückenzuges im Juni 1903. Mit dem Zusammenbau des eisernen Teiles der Brücke wurde Mitte April 1903 begonnen; er war im Mai 1904 beendet.

Die beim Bau der Oberhafenbrücke beteiligten, als leistungsfähig und tüchtig bereits bekannten Firmen sind in einmütigem Zusammenwirken bestrebt gewesen, ihr Bestes zu leisten.

Der Verfasser, der im Auftrage der Königlichen Eisenbahndirektion Altona, unter der Oberleitung des Dezernenten für den gesamten Hamburger Umbau, Herrn Ober- und Geheimen Baurat Caesar, den Bau der Oberhafenbrücke im einzelnen geleitet hat, ist in dieser Zeit des gemeinschaftlichen werktätigen Schaffens den Vertretern der vier beteiligten Firmen, den Herren Direktoren Seifert und Backhaus der Gesellschaft Harkort, Herrn Ingenieur Becker von der Firma F. H. Schmidt, Herrn Oberingenieur Gerdau der Firma Haniel u. Lueg und Herrn Oberingenieur Kortmann der Berliner Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. L. Schwartzkopff, auch persönlich näher getreten und er darf sich dessen freuen; denn neben dem gründlichen Einblick, der ihm infolgedessen in die hervorragenden Arbeitsstätten dieser Firmen gewährt wurde, hat er jene als technische Leiter an der Spitze der Werke stehenden Männer nicht nur als tüchtige Fachleute, was ja bei dem heutigen Stand der Industrie als selbstverständlich vorausgesetzt werden kann, sondern auch als stets zuvorkommende, liebenswürdige Menschen kennen gelernt.

Zum Leiter der Aufstellung der eisernen Überbauten war von der Gesellschaft Harkort Herr Ingenieur Hahn bestellt, der durch sein tüchtiges praktisches Können und seine große Erfahrung auf dem Gebiete der Aufstellung größerer Eisenbauten auch ein gut Stück zum Gelingen des Werkes beigetragen hat.



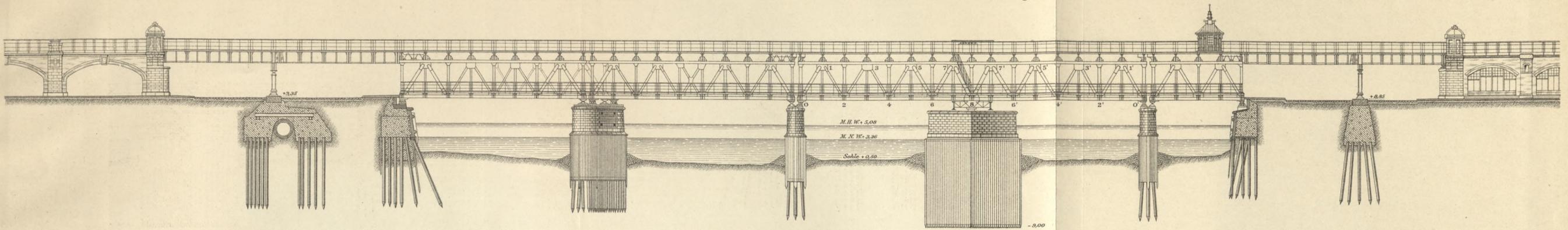


Abb. 1. Gesamtansicht. 1: 400.

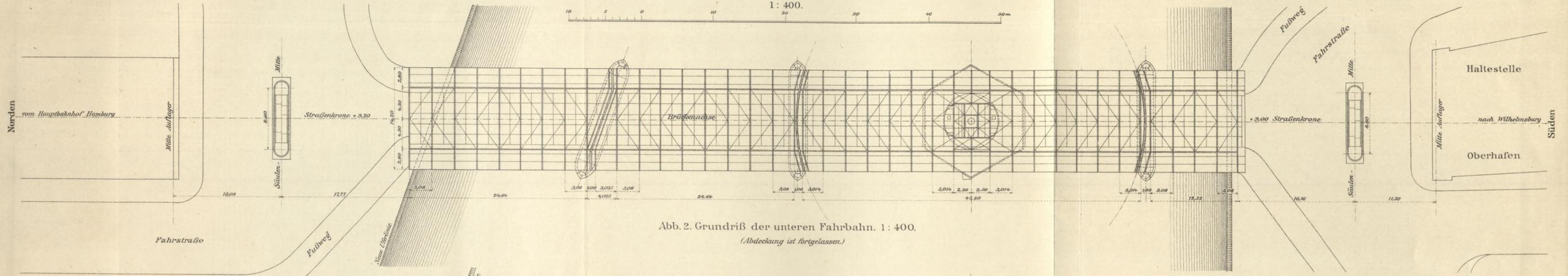


Abb. 2. Grundriß der unteren Fahrbahn. 1: 400.
(Abdeckung ist fortgelassen.)

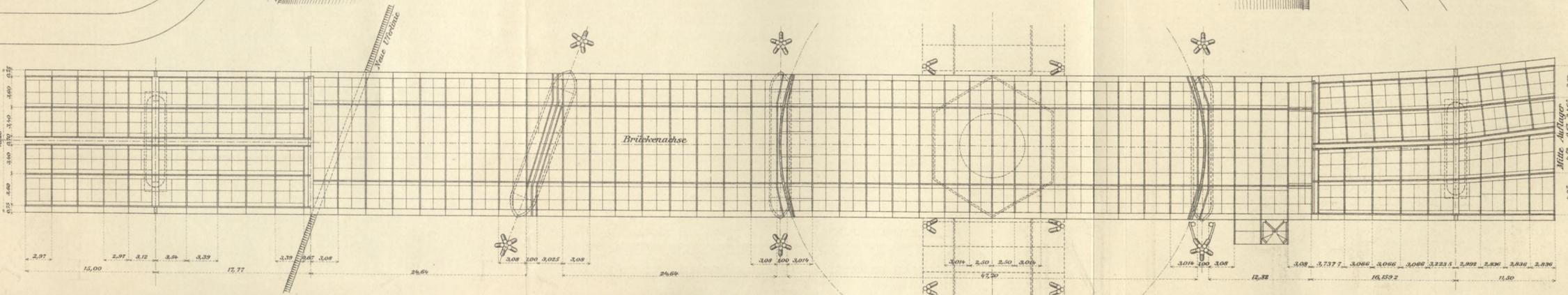


Abb. 3. Grundriß der oberen Fahrbahn. 1: 400.
(Abdeckung ist fortgelassen.)

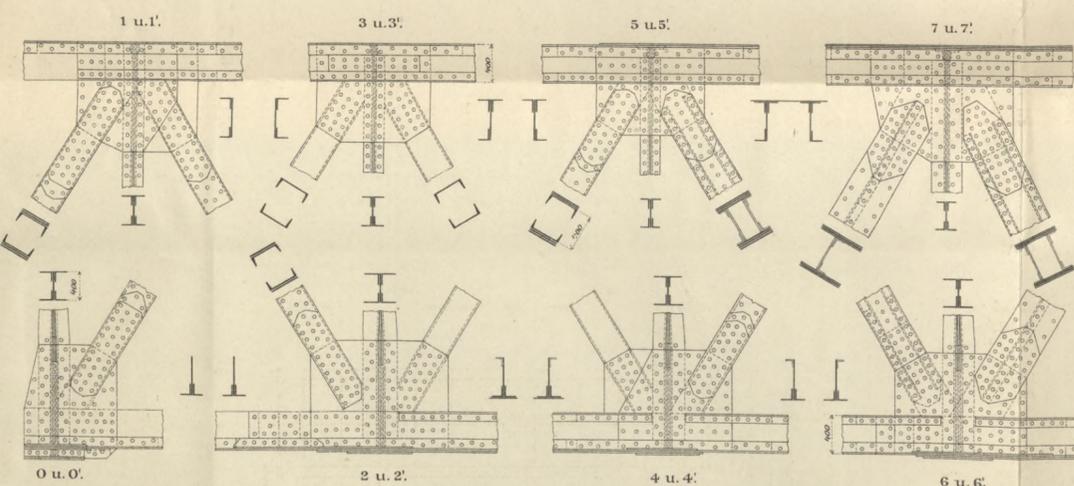
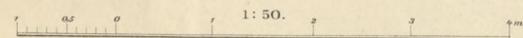


Abb. 4. Knotenpunkte der Drehbrücke. 1: 50.

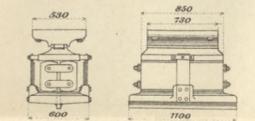
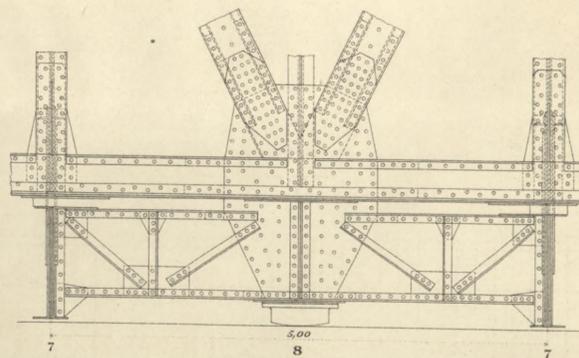


Abb. 5. Auflager der Drehbrücke.



Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin.

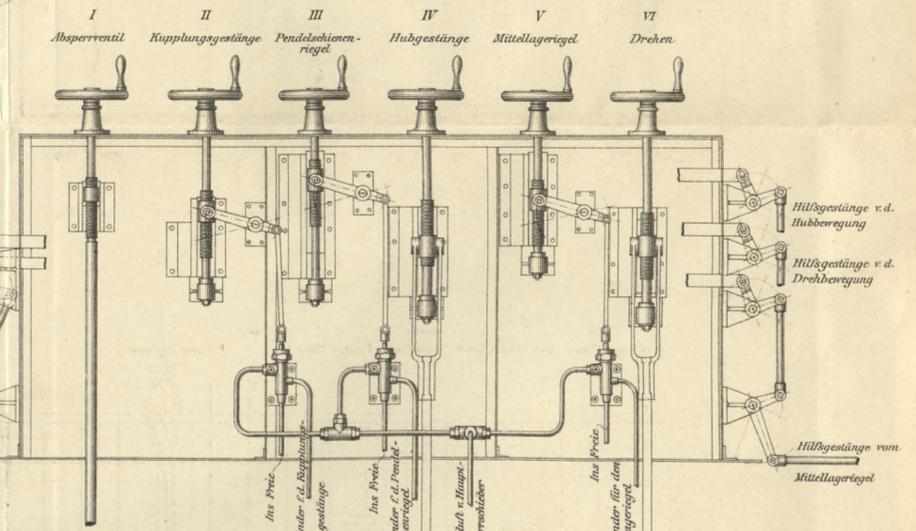


Abb. 6. Führerstand.



15 61

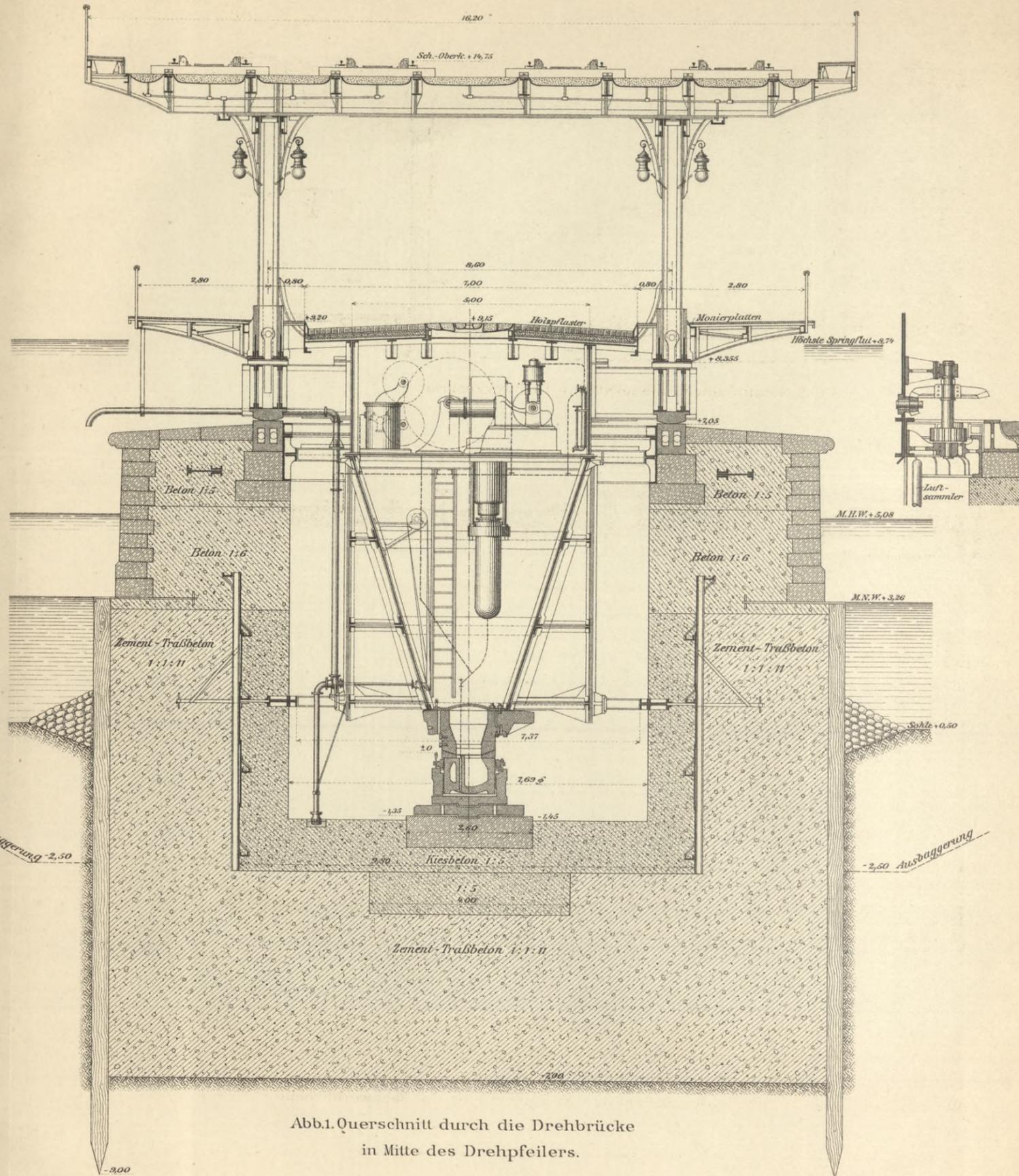


Abb. 1. Querschnitt durch die Drehbrücke in Mitte des Drehpfeilers.

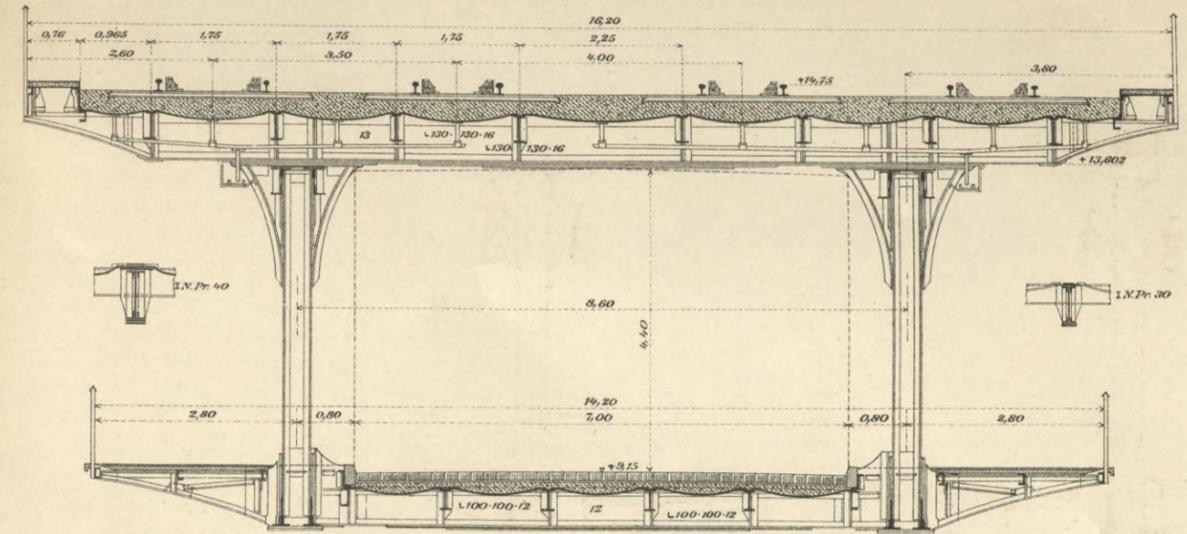


Abb. 2. Schnitt durch die nördliche Fachwerkbrücke.

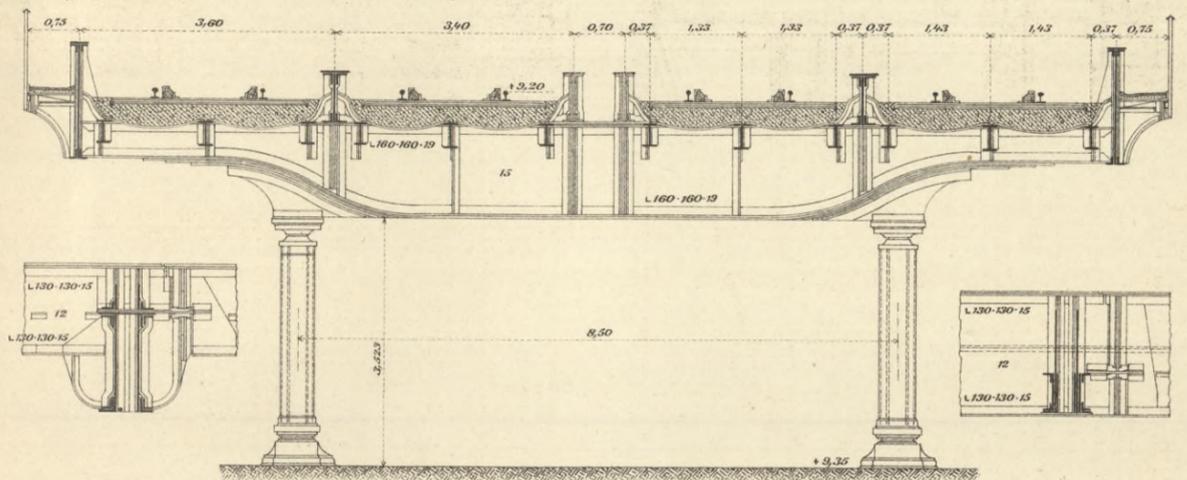


Abb. 3. Mitteljoch der Straßenunterführung.

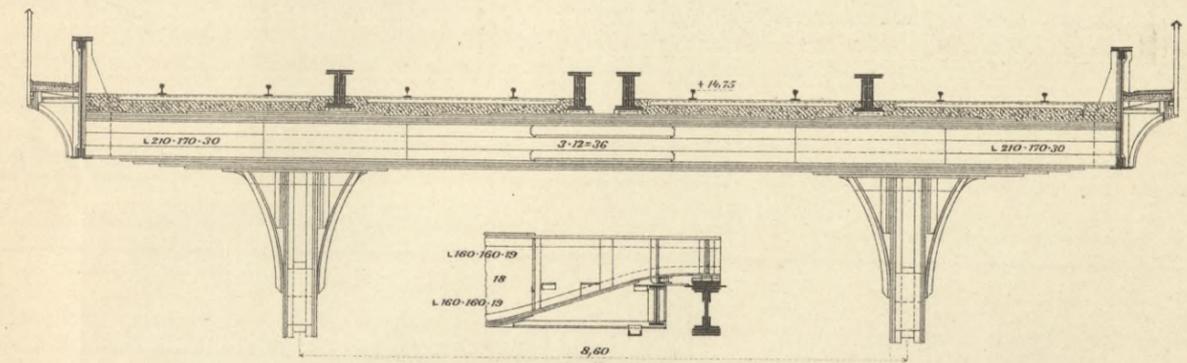
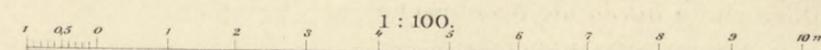


Abb. 4. Auflagerung der Straßenbrücke auf den Endquerträger der Fachwerkbrücke.



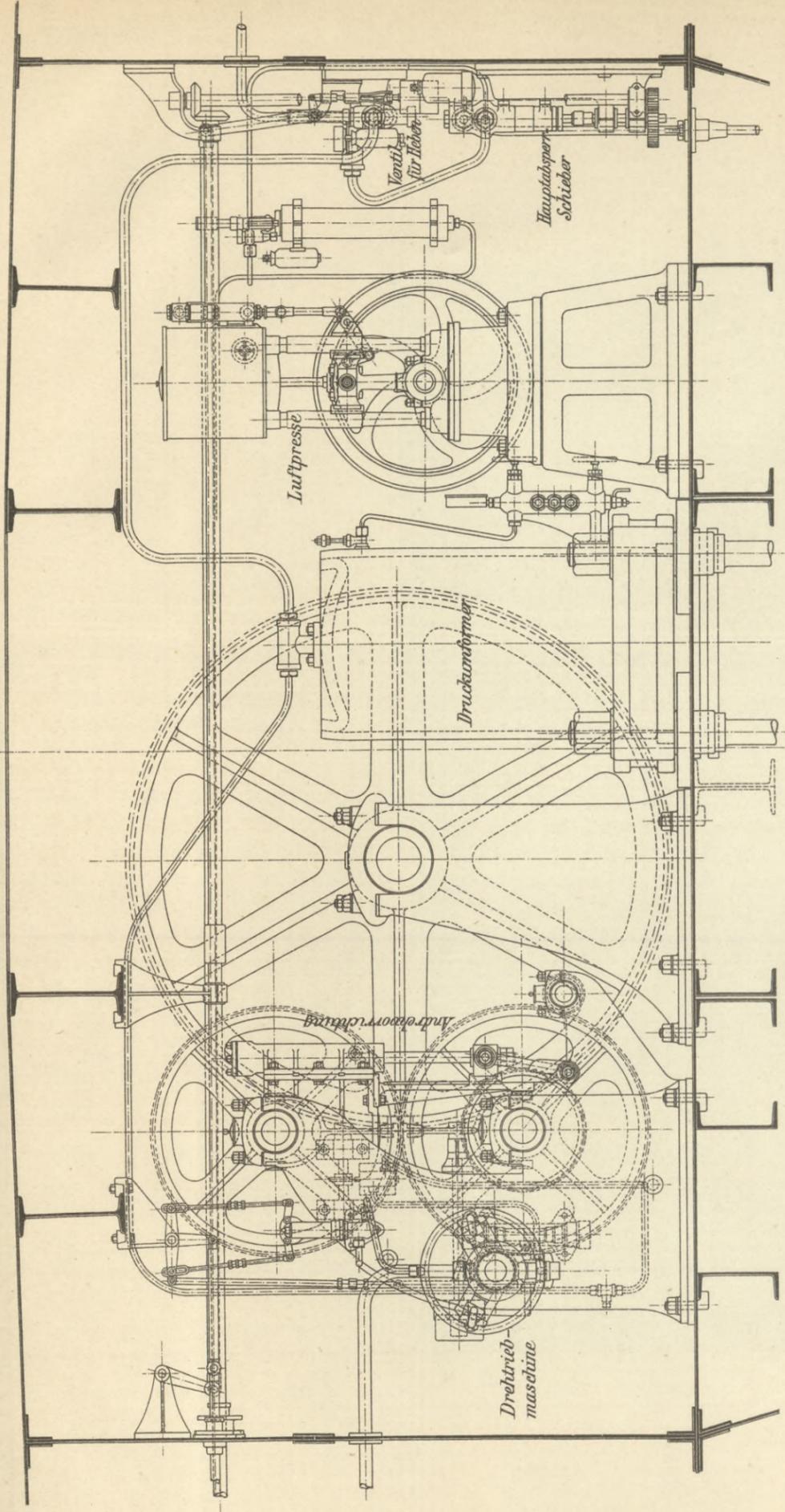


Abb. 1. Querschnitt.

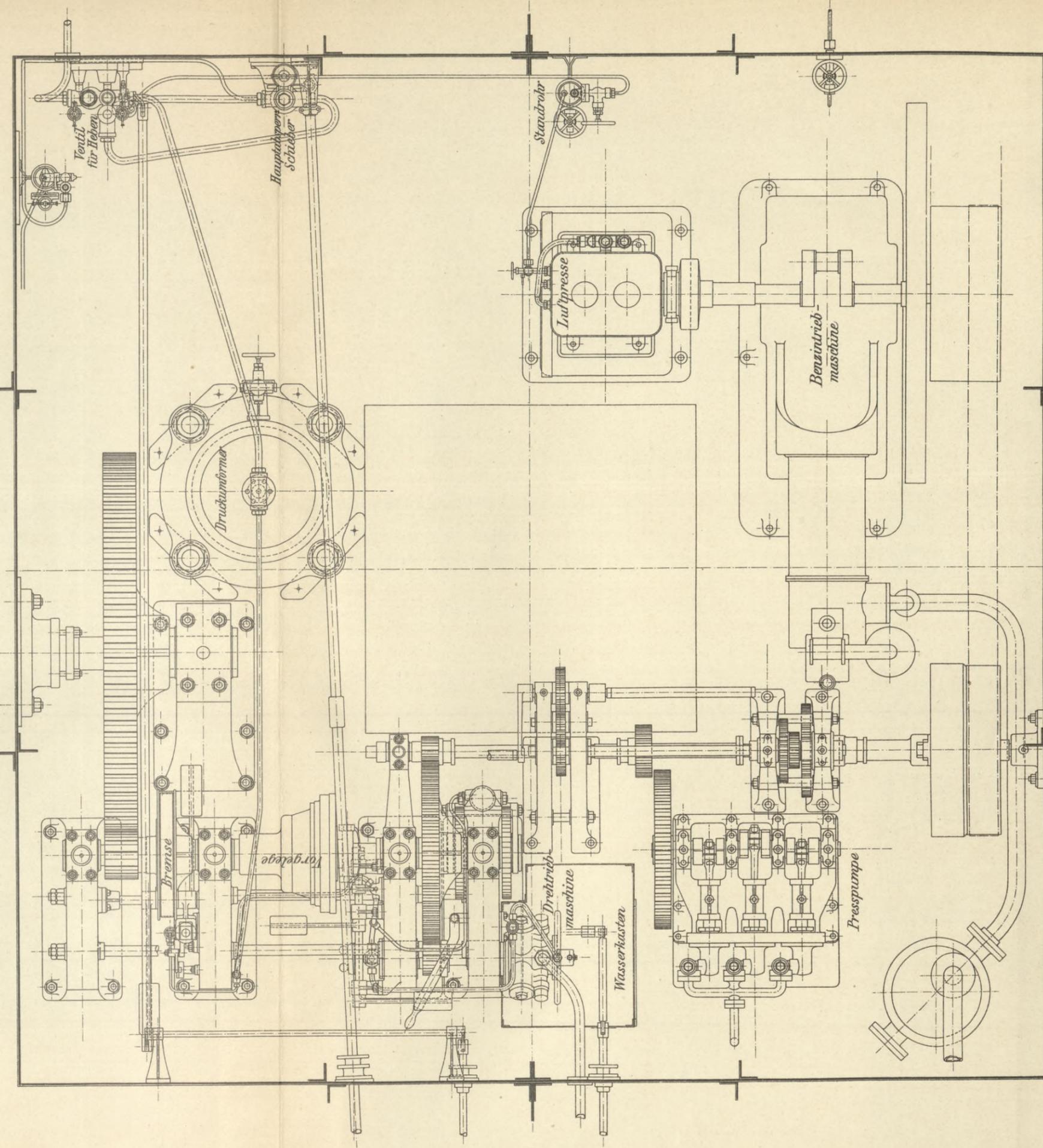


Abb. 2. Grundriß.

1:20.
100 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000
2000 mm.

Eisenbahn- und Straßenbrücke über den Oberhafen in Hamburg.

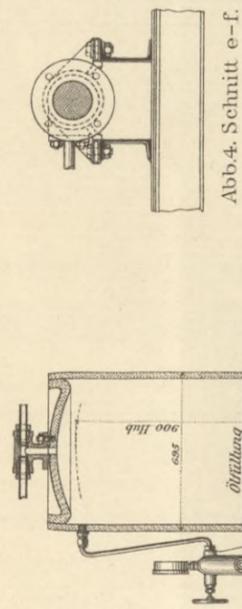


Abb. 4. Schnitt e-f.

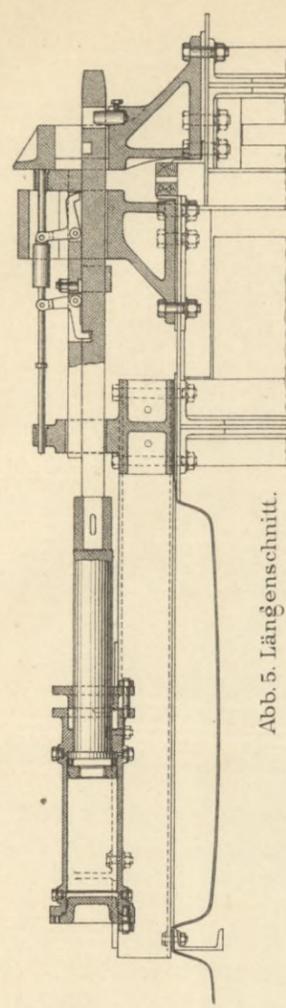


Abb. 5. Längenschnitt.

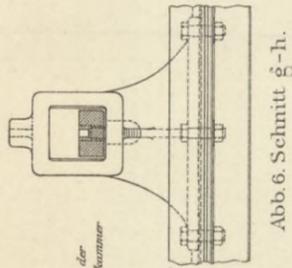


Abb. 6. Schnitt g-h.

Abb. 4-7. Riegel der Brücke am südlichen Ende der oberen Brückentafel. 1:20.

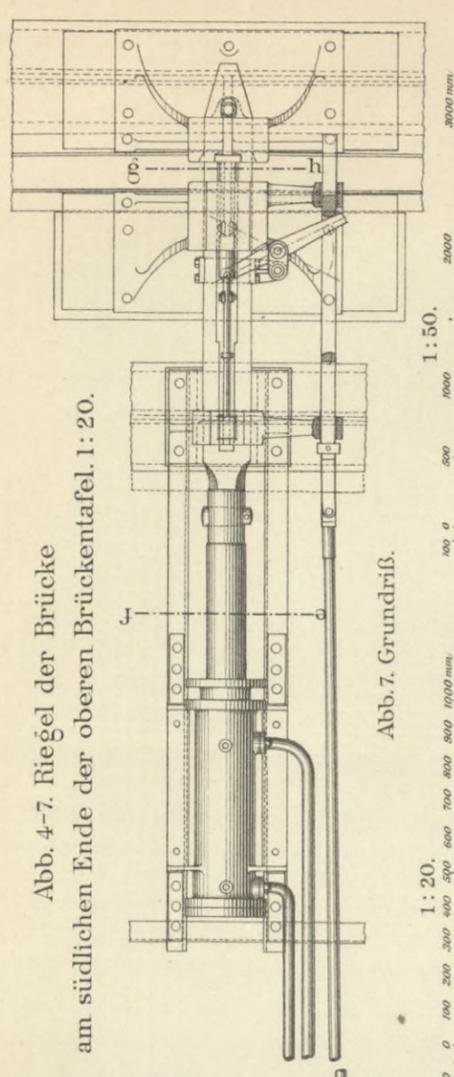
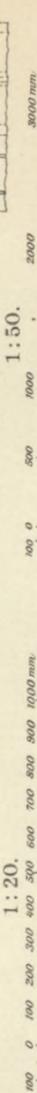


Abb. 7. Grundriß.



1:20.

1:30.

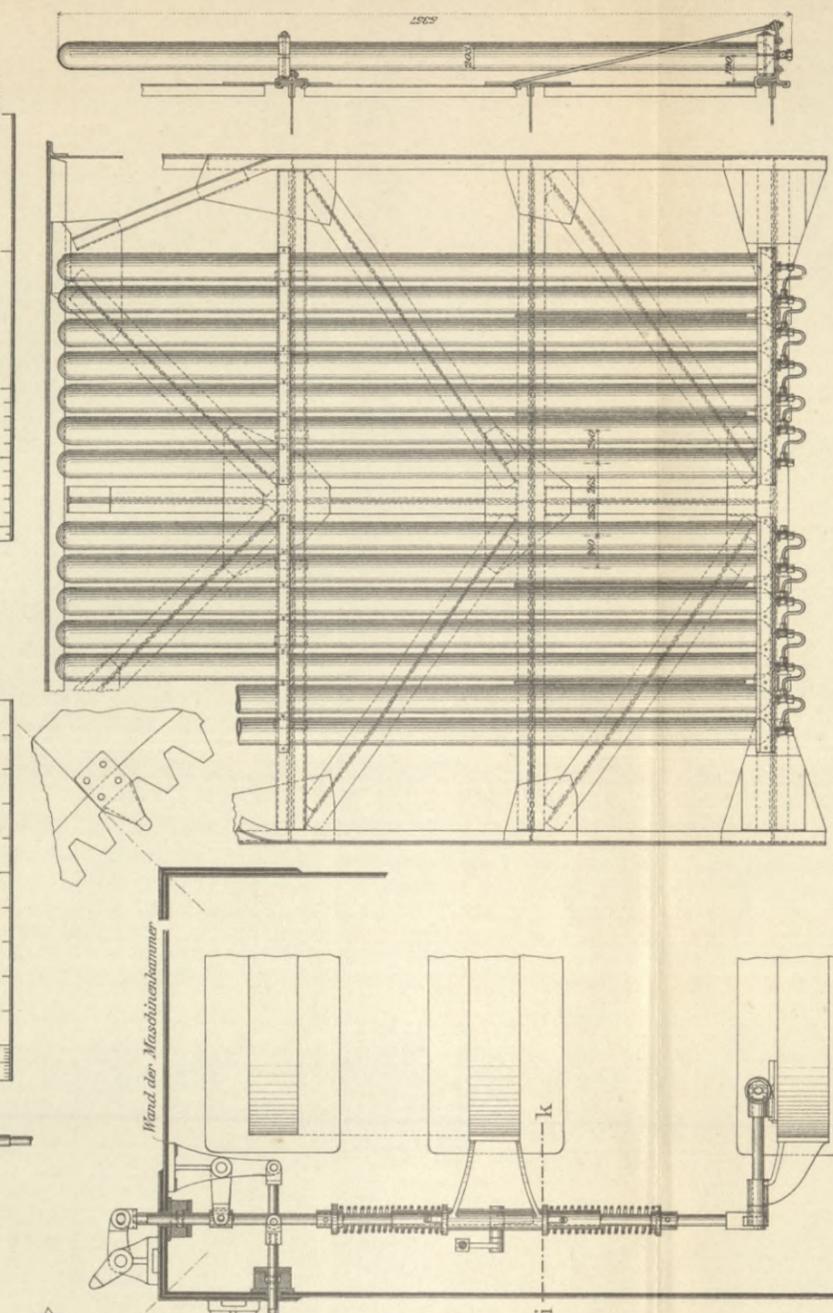


Abb. 9. Grundriß.

Abb. 1. Schnitt a-b.

1:30.

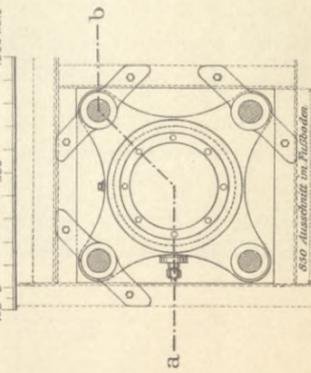


Abb. 2. Befestigung auf dem Fußboden der Maschinenkammer.

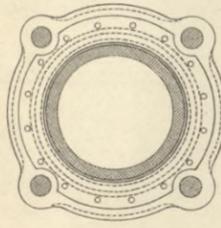


Abb. 3. Schnitt c-d (von unten gesehen).

Abb. 1-3.

Druckumformer.

1:30.

Abb. 8. Preßluftbehälter. 1:50.

Abb. 9-11. Selbsttätige Absperrvorrichtung der Drehtriebmachine. 1:20.

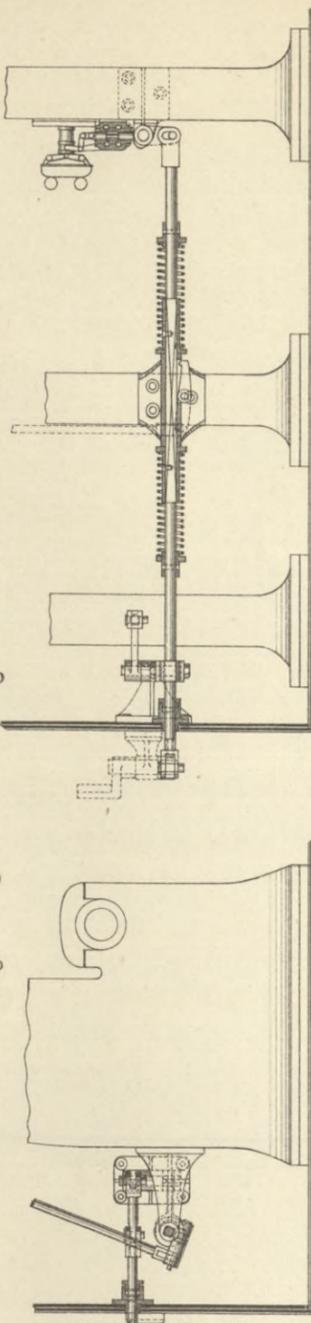


Abb. 10. Schnitt i-k.

Abb. 11. Längenschnitt.

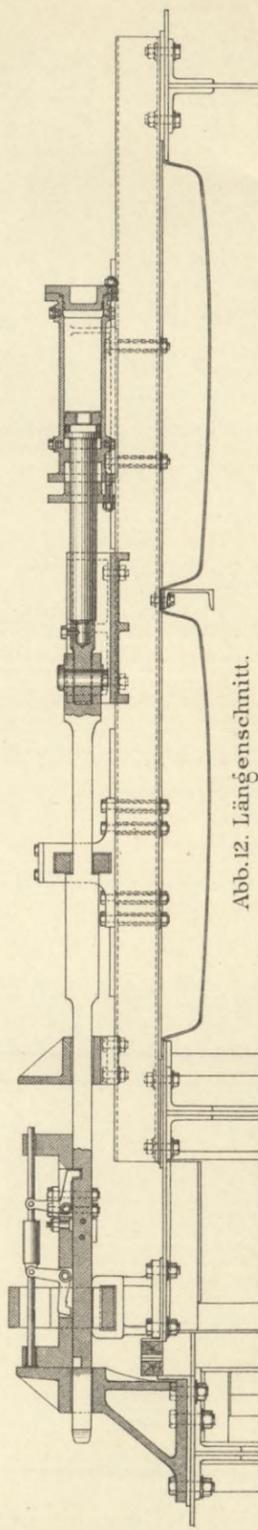


Abb. 12. Längenschnitt.

Abb. 12 u. 13. Verriegelung der Pendelschienen am nördlichen Ende der oberen Brückentafel. 1:20.

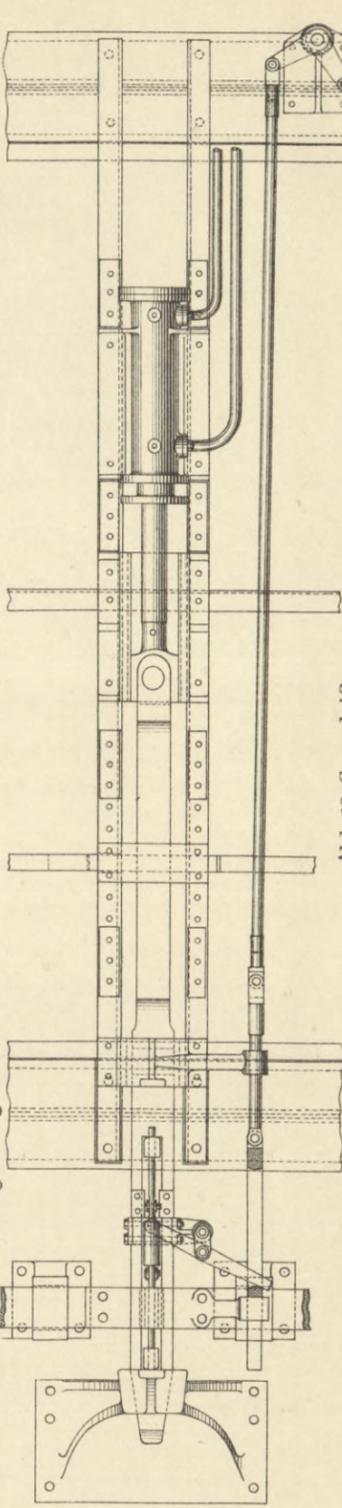


Abb. 13. Grundriß.

Eisenbahn- und Straßenbrücke über den Oberhafen in Hamburg.

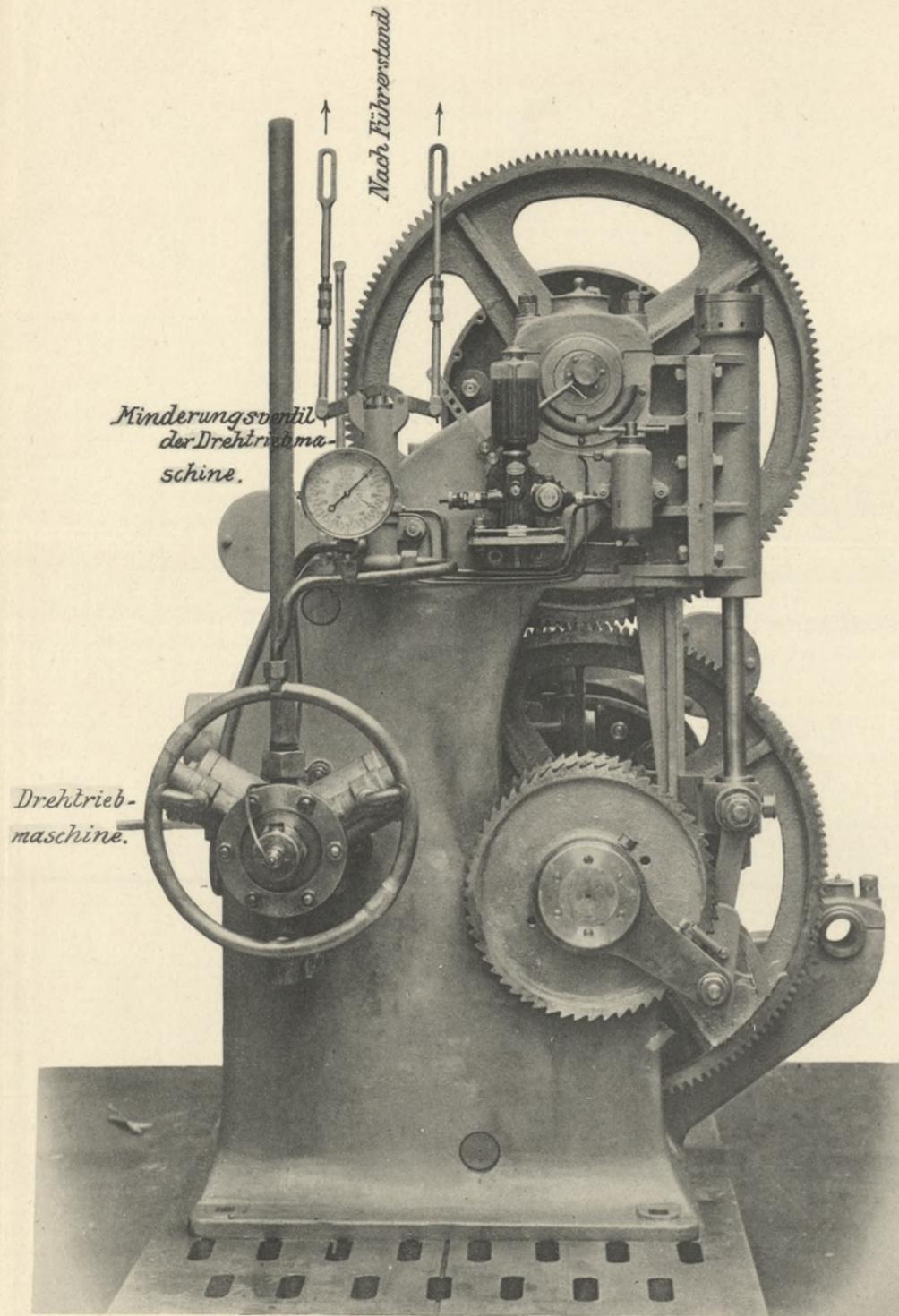


Abb. 1.

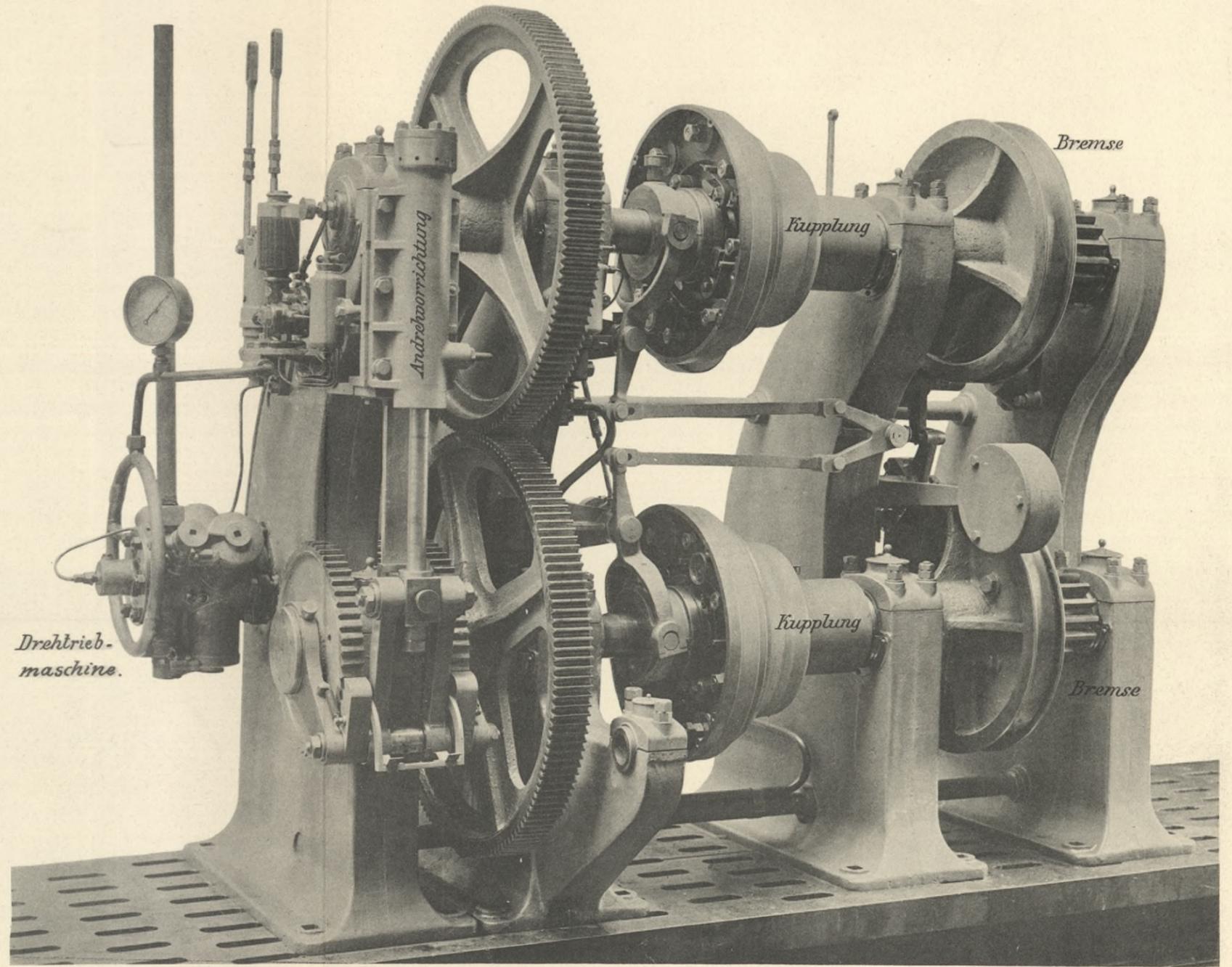


Abb. 2.

Antriebsmaschine für die Drehbewegung.

Verlag von **WILHELM ERNST u. SOHN**, Berlin.

Hilfswerte

für das

Entwerfen und die Berechnung von Brücken mit eisernem Überbau.

Als Ergänzung zu den „Preußischen Vorschriften für das
Entwerfen von Brücken mit eisernem Überbau“ v. 1. V. 1903.

Von

F. Dircksen,

Regierungsbaumeister.

Zweite, erweiterte Auflage.

4. (42 S. mit 36 Abbildungen und einer Tafel.) 1905. geh. 4 M.

Die Strafsenbrücke

über die

Norder-Elbe bei Hamburg.

Nach amtlichen Quellen dargestellt

von

C. O. Gleim

Abteilungs-Ingenieur

und

H. Engels,

Professor a. d. Techn. Hochschule
Braunschweig.

Mit vielen Abbildungen und 9 Tafeln.

gr. Folio. (29 S.) 1890. steif geh. 20 M.

Die König Karls-Brücke

über den Neckar zwischen Stuttgart und Cannstatt.

Im Auftrage des Königlichen Ministeriums des Innern

herausgegeben von

Präsident von Leibbrand.

Mit 50 Abbildungen, einer Texttafel und 9 Kupfertafeln.

gr. Folio. (43 S.) 1895. steif geh. 20 M.

Die

Neckarbrücke bei Neckarhausen

in Hohenzollern.

Von

Max Leibbrand,

Landesbaurat.

Mit 24 Abbildungen und 2 Tafeln.

4. (13 S.) 1903. geh. 2 M.

Betonbrücke mit über die Eyach

in Hohenzollern.

Von

Max Leibbrand,

Landesbaurat.

Mitgeteilt vom Oberingenieur Alfred Gaedertz.

Mit 10 Abbildungen und einer Kupfertafel.

4. (12 S.) 1898. geh. 2 M.

Leitfaden

für das

Entwerfen und die Berechnung gewölbter Brücken

von

G. Tolkmitt,

Königl. Baurat.

Zweite Auflage, durchgearbeitet und erweitert

von

A. Laskus,

Regierungs-Baumeister.

Mit 137 Abbildungen. gr. 8. (IV, 104 S.) 1902.

geh. 5 M. In Leinen geb. 6 M.

Vorschriften

für die

Überwachung und Prüfung der Brücken mit eisernem Überbau

im Bereiche der preußischen Staatseisenbahnverwaltung.

Reichsformat. (6 S.) 1895. 0,30 M.

Vorschriften

für das

Entwerfen der Brücken mit eisernem Überbau

auf den preußischen Staatseisenbahnen.

Eingeführt durch Erlaß vom 1. Mai 1903 — I D 3216.

Folio. (12 S. mit 5 Abbildungen.) 1905. geh. 0,60 M.

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

III 33736
L. inw.

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

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. S.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000303946