

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 2 (1936)

**Artikel:** Einige in den Jahren 1932 bis 1936 in Frankreich ausgeführte  
Stahlbauten

**Autor:** Icre, L.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-2746>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## VII a 5

Einige in den Jahren 1932 bis 1936 in Frankreich  
ausgeführte Stahlbauten.

### Quelques constructions métalliques exécutées en France de 1932 à 1936.

Some French Steel Structures executed during 1932—1936.

Colonel L. Icre,

Direkteur de l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier, Paris.

#### I. Einleitung.

Die Jahre 1932 bis 1936 kennzeichnen die Stabilisierungsperiode der Krise, die alle Zweige der Industrie und insbesondere der Stahlbauindustrie befallen hat. Nach den außergewöhnlichen Jahren 1929 und 1930 gingen die Produktionsziffern wieder zurück, wenn auch weniger schroff. Sie wurden ab 1932 beständiger mit leicht ansteigender Neigung als Zeichen wiederbeginnender vermehrter Tätigkeit.

Eines der hervorstechendsten Merkmale, das sich aus der Tätigkeit der französischen Stahlbaukonstrukteure heraushebt, ist die Erforschung und Entwicklung besserter oder neuer Verfahren, die sich bemühen, die Gestehungskosten zu senken, durch bessere Ausnutzung der Möglichkeiten, die der Stahl bietet.

Unter diesen Verfahren muß man der elektrischen Lichtbogenschweißung eine Sonderstellung einräumen. Ständige Fortschritte haben sie zu einem Grad der Vervollkommnung gebracht, der ihr eine große Sicherheit verleiht und gleichzeitig dem Stahlbau einen neuen Gesichtskreis eröffnet.

Die Widerstandsschweißung hat in ihrem Wettbewerb mit anderen Verfahren wesentliche Fortschritte gemacht und ihre Anwendbarkeit bis zum Großskelettbau erweitert.

Das Streben nach leichten Baukonstruktionen ohne Einbuße der Sicherheit und Festigkeit hat zur immer größeren Verwendung der Stahlarten hoher Festigkeit geführt, in einigen Fällen sogar der rostfreien Stahlarten, die trotz ihres höheren Preises die Möglichkeit einer vorteilhaften Anwendung finden.

Das gleiche Streben nach Leichtigkeit hat neuartige Lösungen zum Vorschein gebracht, für die es keine Vorbilder gab; dies gilt besonders für Deckenkonstruktionen, Brücken und Flugzeughallen.

Es gehört nicht in den Rahmen dieses Berichtes, alle diese bemerkenswerten Schöpfungen zu beschreiben, die in den letzten vier Jahren zutage getreten sind und von denen die Mehrzahl sich noch in voller Entwicklung befindet. Wir werden uns auf eine kurze Beschreibung der wesentlichsten Ausführungen beschränken.

## II. Stahlskelettbauten.

Eine große Anzahl Stahlskelettbauten wurde in den Jahren 1932 bis 1936 gebaut und wir sind gezwungen, eine Auswahl zu treffen, in dem wir nur fünf der bedeutendsten anführen, die auf verschiedenen Anwendungsgebieten Ausführungen darstellen, in denen Stahl mit Rücksicht auf den gewünschten Zweck als besonders vorteilhafter Baustoff erschien.

### 1) Das Gebäude der Shell-Gesellschaft in Paris (Fig. 1).

Dieses von den Etablissements Borderel & Robert und den Etablissements Baudet, Donon & Roussel errichtete Bauwerk bedeckt eine Fläche von 8000 m<sup>2</sup> und ist nicht nur wegen seiner Architektur, sondern auch durch seine Inneneinrichtung bemerkenswert.



Fig. 1.

Gebäude der Shell-Gesellschaft. Stahlskelett, Ansicht.

Das Gebäude besteht aus den Fundamenten mit drei Untergeschossen in Eisenbeton. Darüber erhebt sich ein Stahlskelett von ungefähr 5000 t, das zur Verminderung der Feuergefahr mit Beton umhüllt ist. Alles wurde so untersucht und berechnet, daß man bei den günstigsten Bedingungen die beste Nutzwirkung erzielte. Für das Skelett wurden nur Walzträger bis zu 500 × 300 mm verwendet. Aus Gründen der Feuerwiderstandsfähigkeit wurden sämtliche Stahlbauteile mit Beton ummantelt.

Die Fassaden sind nach dem neuen Bauverfahren an das Stahlskelett angehängt. Die architektonische Wirkung dieser Fassaden ist nüchtern und recht ungewöhnlich. Sie ist durch hohe Pfeiler gekennzeichnet, welche in Spitzsäulen auslaufen und die senkrechten Linien betonen. Die große Länge der Fassaden ist durch leicht ausladende Vorbauten unterbrochen, die höher sind und auf ihrem Giebel den Namen „SHELL“ in großen Buchstaben tragen.

2) *Die Medizinische Fakultät von Lille (Fig. 2).*

Der erste Bauabschnitt der neuen Krankenhausstadt von Lille umfaßte die Errichtung der neuen Medizinischen Fakultät.

Dieses Gebäude besteht aus einer Gruppe symmetrischer Bauwerke, die sich auf eine Front von ungefähr 140 m und auf eine Gesamtlänge von 230 m erstrecken.

Der Mittelbau und die Flügel besitzen sechs Stockwerke, von denen jedes eine Fläche von 3100 m<sup>2</sup> hat.

Die mit stufenförmig ansteigenden Sitzen versehenen Hörsäle Ost und West umfassen jeder mit seinen Nebenräumen eine Fläche von 360 m<sup>2</sup> und ihre Höhe entspricht der von zwei Geschossen der benachbarten Gebäudeteile.

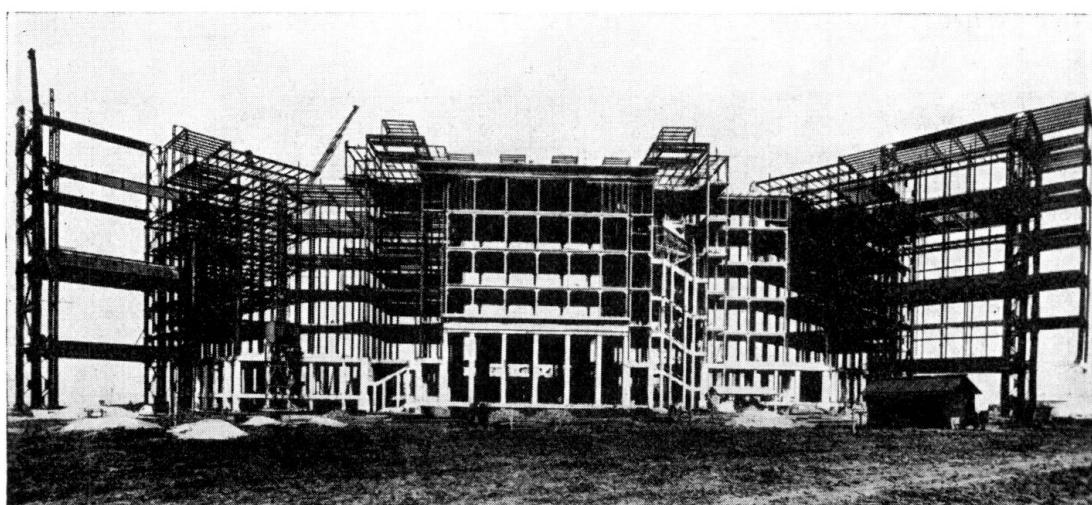


Fig. 2.  
Medizinische Fakultät von Lille. Stahlskelett, Ansicht.

Die Haupt- und Zwischenträger des Überbaues sowie die Stützen sind aus Stahl. Diese sind zur Hauptsache auf die in Eisenbeton ausgeführte Geschoßdecke des ersten Stockwerkes abgestützt. Das Stahlgewicht beträgt 2000 t.

Zwischen den Hörsälen Ost und West wurde im 7. Stockwerk eine Stahlhalle von 90 m Länge angeordnet, zur Aufnahme der Versuchstiere.

Die abgetreppten Unterbauten des Großen Hörsaals mit 600 Sitzen, die Sägedächer des Seziersaals und die des Saales für operative Vorführungen wurden auch in Stahl ausgeführt.

Dieses eindrucksvolle Stahlskelett ist in wenigen Wochen mit Hilfe elektrischer Hebezeuge aus der Erde gewachsen. Vor allem erregte ein starker dreimotoriger elektrischer Lauf- und Drehkran die Aufmerksamkeit der Be-

sucher, dessen Ausleger sich bis zu 42 m Höhe erheben konnte und in waagerechter Richtung über 20 m auskragte, und außerordentlich elegant wirkte.

Es sei noch auf eine besondere Eigenheit dieses Bauwerkes hingewiesen.

Auf Verlangen der Sachverständigenkommission unter dem Vorsitz von M. Dautry, Direktor der Staatsbahnen, haben die „Etablissements Baudon & Cie.“, denen die Stahlbauerarbeiten übertragen wurden, den Grundgedanken der durchlaufenden und aufeinandergestellten Rahmen verwirklicht. Die senkrechte und waagerechte Verbindung der Stützen und der Riegel, welche die Geschoßdecken aufnehmen, wird bei dieser Anordnung durch besonders entwickelte Anschlüsse hergestellt.

Die Stützen sind überdies aus hochwertigem Stahl ausgeführt, um bei gleichzeitiger Erhöhung der Beanspruchung das Gewicht des Stahlskeletts zu verringern.

### 3) Das Rex-Lichtspieltheater in Paris (Fig. 3).

Die Etablissements Baudon haben in Zusammenarbeit mit den Etablissements Venot-Peslin das Lichtspieltheater Rex auf einem trapezförmigen Grundstück von ungefähr 1900 m<sup>2</sup> Größe errichtet.

Der Zuschauerraum hat eine durchschnittliche Breite von 34 m bei einer in der Achse gemessenen Tiefe von 31,50 m. Der Unterbau des Gebäudes ist

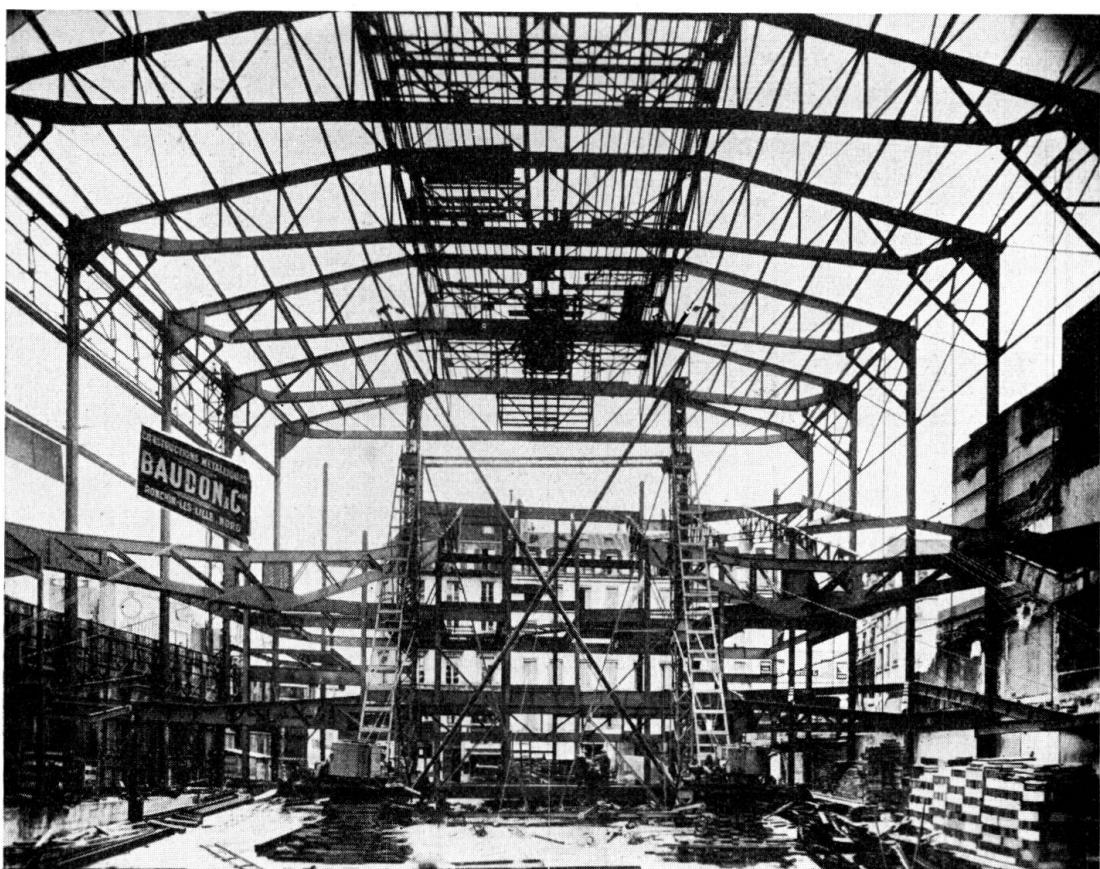


Fig. 3.

„Rex-Lichtspieltheater.“ Ansicht vom Stahlskelett.

bis zum Straßenniveau in Eisenbeton erstellt, während der übrige Teil des Bauwerkes als Stahlskelett errichtet wurde.

Die Hauptteile dieses Skeletts sind mit Hilfe von zwei großen Hebemasten eingebaut worden, von denen jeder einzelne bei 36 m Höhe eine Tragkraft von 15 t hatte.

Nachdem die Haupttragteile am Platze waren, wurden die Brandmauern und Geschoßdecken ausgeführt, während im Inneren die Balkonträger eingebaut wurden.

Die Ausfachung wurde sehr schnell mit Betonhohlblöcken ausgeführt. Diese Blöcke wurden im voraus auf der Baustelle angefertigt, in mehreren aufeinander folgenden Schichten in Zementmörtel gesetzt, mit einer Bewehrung in jeder Fuge versehen, dann durch senkrecht in die Hohlräume eingeführte Rundesen verbunden und bewehrt. In diese Hohlräume wurde Beton gegossen und das Ganze bildet nach dem Erhärten des Betons eine richtige monolithische Ausführung.

**Binder.** Die sieben Hauptbinder des Dachstuhls wurden als Fachwerkbinder ausgeführt. Sie sind derart ausgebildet, daß sie keine Schubwirkung auf die Auflagerstützen ausüben können, deren Querschnitte verhältnismäßig klein sind. Anderseits mußte nach Belastung die waagerechte Lage der oberen Gurtung, welche die Böden der Büros trägt, gewährleistet werden, weshalb ihr beim Bau eine entsprechende Überhöhung gegeben werden mußte.

Der Mittelteil der oberen Gurtung ist auf die Breite von ungefähr 12 m waagerecht ausgeführt, zur Aufnahme der Böden der Büros, die sich über dem Zuschauerraum auf seine ganze Länge befinden. Die untere Gurtung ist fast auf die große Spannweite waagerecht, nur gegen die Auflagepunkte hin etwas hochgezogen und an den Enden durch große Knotenbleche verstärkt, die gleichzeitig zum Anschluß an die Stützen dienen. Zur Versteifung des Anschlusses wurde eine schräge Strebe eingezogen, die gleichzeitig zur Aufhängung der Zugbänder des Randteiles der Saalkuppel dient. Diese Strebe wurde deshalb in ihrer Mitte durch zwei Diagonalen entlastet. Sie ist in dem letzten und kleinsten Binder durch die horizontale Verlängerung des Untergurtes ersetzt.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß keine der Binderachsen mit der Mitte der Spannweite übereinstimmt und daß der Längenunterschied zwischen den beiden Halbkonstruktionselementen für den größten Binder 1,40 m erreicht.

Der Anschluß der schiefen Strebe mit ihren Diagonalen an die Stütze mittels Bolzen in Langlöchern wurde erst nach Belastung des Dachstuhles vorgenommen. Der Binder hatte dann seine Durchbiegung angenommen, so daß man nicht mehr Gefahr lief, an den Anschlußstellen auf die Stützen zusätzliche Schubwirkungen hervorzurufen.

Da der Grundriß des Gebäudes trapezförmig ist, haben die sieben Binder verschiedene Spannweiten, die sich zwischen 33,90 m und 38,60 m bewegen. Auch ihre Höhen ändern sich, und zwar zwischen 3,50 und 6 m. Der größte Binder, dessen Gewicht 24 t überschreitet und der eine Gesamtbelastung von annähernd 200 t aufnimmt, ist der Bühne am nächsten.

So kommt es, daß die zwischen der Geschoßdecke der Büros oberhalb des Theaters und dem Gewölbe des Zuschauerraumes verfügbare Höhe sich von einem Ende der Konstruktion zum andern ändert. Sie ist am geringsten ober-

halb der oberen Sitze des stufenförmig ansteigenden Saales. Diese Höhe wird für die Unterbringung eines Teiles der Apparatur und besonders der Belüftungsrohren benutzt.

Ränge. Auf das Haupttragwerk stützen sich die Träger der zwei Ränge, die von keiner Zwischenstütze getragen werden.

Die Ränge werden durch von den Stützen ausgehende Konsolträger getragen, der freie Kragarm dieser Konsolträger wird durch einen parallel zur Bühne laufenden Zwischenbinder auf ungefähr die Hälfte verringert, dieser Zwischenbinder ruht seinerseits auf zwei schräg laufenden Bindern, die selbst wieder mit je zwei Stützen verbunden sind. Man hat außerdem so weit als möglich und unter Annahme normaler Belastungsbedingungen die Spannweite zwischen den Stützpunkten und die freie Kragarmlänge jedes Konsolträgers ausgeglichen.

Die zwei schrägen Binder, welche den Zwischenbinder jedes Ranges tragen, wodurch es möglich wurde, dessen Spannweite auf weniger als zwei Drittel der Saalbreite zu verringern, stützen sich an der Außenseite auf eine Stahlstütze der Außenmauer und an der Innenseite auf eine Säule der gekrümmten Wand, die den Zuschauerraum von Wandelhallen trennt. Jeder dieser schrägen Binder besteht aus zwei Zwillingssachwerkträgern, die einen Kasten von fünfeckiger, bzw. fast dreieckiger Form im Umriß bilden und der seine größte Höhe in der Stützebene des Zwischenbinders besitzt.

Der Zwischenbinder selbst, auf den sich die Konsolträger der Ränge abstützen, ist gleichfalls ein Fachwerkträger, jedoch konstanter Höhe.

Die acht Konsolträger, die die Ränge tragen, sind Fachwerkträger fast dreieckiger Form. Sie sind hinten bei der gekrümmten Rückwand der Wandelhallen an die Stützen angeschlossen. Außerdem stützen sich in jedem Rang sechs davon auf den Zwischenbinder ab, während die beiden äußeren unmittelbar auf die schrägen Binder selbst abgestützt sind. Die Konsolträger, die auf diese Weise ungefähr in der Mitte ihrer Länge abgesetzt sind, bilden richtige „Cantilever“, deren oberer Teil zwischen den Abstützungen mit dem in freier Ausladung befindlichen Teil im Gleichgewicht steht.

Die Ränge wurden für eine Verkehrslast von  $500 \text{ kg/m}^2$  berechnet und geprüft.

#### 4) Die neuen Citroën-Werke in Paris (Fig. 4).

Zum Schluß weisen wir noch auf die Stahlskelettbauten hin, die von der Compagnie Saint-Quentinoise für die Citroën-Gesellschaft gebaut wurden.

Dieses am Quai de Javel in Paris errichtete Fabrikgebäude umfaßt eine Mittelhalle von 24 m Spannweite und 228 m Länge. Die Höhe unter den Bindern beträgt 12 m. Die Stützen dieser Halle tragen Laufschienen, die einen 10-t-Laufkran aufnehmen können.

Rechts und links vom Mittelschiff wurden fünf Seitenschiffe von 16 m Spannweite angeschlossen. Sie besitzen Stahldecken mit  $500 \text{ kg/m}^2$  Nutzlast. Das Stahlgewicht beträgt 8000 t, wovon monatlich je 1000 t geliefert und aufgestellt wurden.

### III. Genietete Brücken.

Von den zahlreichen Brücken, die von 1932 bis 1936 durch französische Konstrukteure errichtet wurden, wollen wir nur drei Ausführungen verschie-



Fig. 4.  
Citroën-Fabrik.

dener Typen nennen, die durch ihre Bedeutung und die Klarheit ihrer Schöpfung bemerkenswert sind.

5) *Klappbrücke von Dünkirchen* (Fig. 5).

Dieses Bauwerk stellt eine gemischte Brücke dar, die gleichzeitig Straßen- und Eisenbahnverkehr aufzunehmen hat. Sie wurde von den Etablissements Daydé auf der neuen Schleuse des Hafens von Dünkirchen gebaut.

Sie besitzt eine Fahrbahn von 5 m Breite mit einem in der Brückenachse angeordneten Normalspurgleise und zwei Gehwegen von 1,25 m Breite.

Es handelt sich um eine Rollklappbrücke, Bauart Scherzer.

Ihre Gesamtöffnung entspricht einer Drehung von  $85^0$  und einer Verschiebung von 11,84 m.

Das Aufklappen der Brücke gestattet die Freigabe einer Durchfahrt von 42,00 m zwischen den Seitenmauern der Schleuse.

Der Klappflügel umfaßt:

Einen Arm, der die Fahrbahn, die Gleisanlage und die Gehwege trägt. Er besteht aus zwei Fachwerk Hauptträgern veränderlicher Höhe mit 45 m Spannweite, und einem Achsabstand von 8,20 m, die durch Querträger im gegenseitigen Abstand von 5,50 m, welche die Fahrbahn tragen, miteinander verbunden sind.

Einen Ballastarm aus zwei Trägern in Kreisbogenform, die oberhalb der Fahrbahn durch eine Stahlkonstruktion untereinander verbunden sind.

Ein Gegengewicht, das von dieser Stahlkonstruktion getragen wird.

Das Auflager der Ballastarmseite trägt zwei Laufschienen von 12,80 m Länge, auf denen die kreisbogenförmigen Träger beim Öffnen oder dem Schließen der Brücke abrollen und zwei Auflagerböcke für das Zahnstangengetriebe der Antriebsvorrichtung.

#### Antriebsvorrichtung.

Alle Antriebsvorrichtungen befinden sich auf der Bühne eines Wagens, der sich beim Aufklappen der Brücke in horizontaler Richtung bewegt. Die Steue-

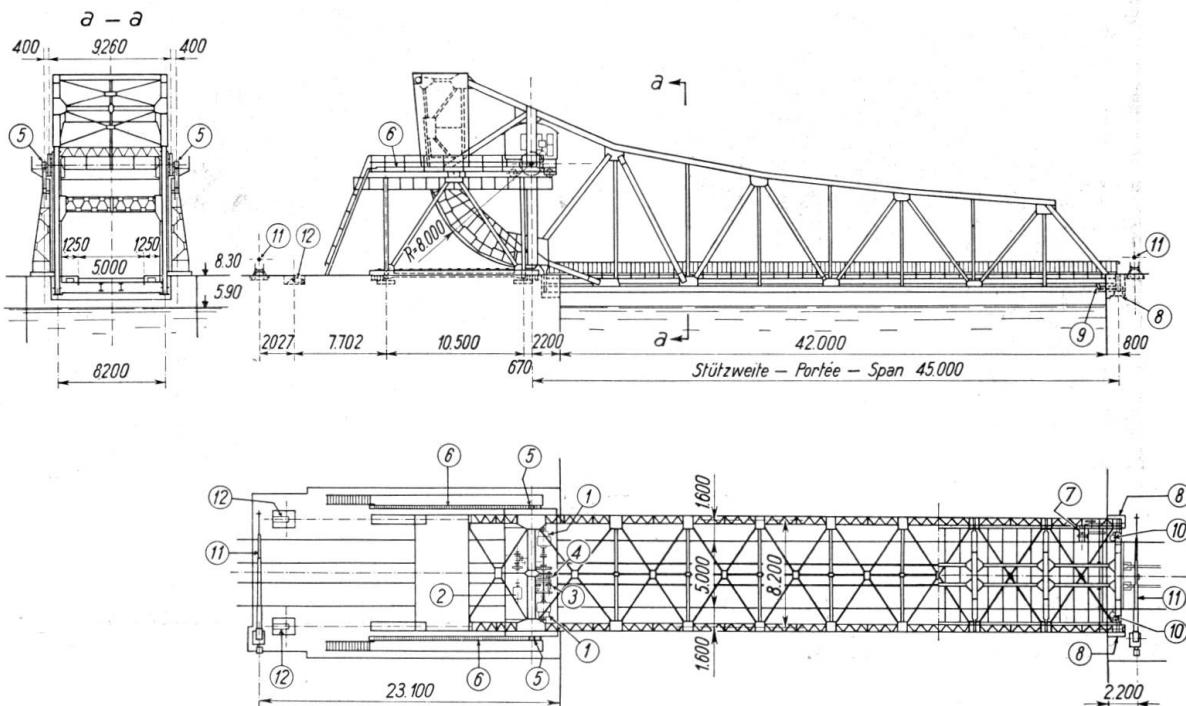


Fig. 5.

Klapprücke von Dünkirchen. Text s. S. 1349.

nung und Führung des Wagens erfolgt durch eine patentierte Vorrichtung, Bauart Daydé.

Der Antrieb geschieht durch einen elektrischen Gleichstrommotor von 162 PS, der von einer in der Bedienungskabine aufgestellten Léonard-Umformergruppe gespeist wird. Diese Gruppe wird ihrerseits mit Drehstrom von 50 Perioden bei 380 Volt Spannung zwischen den Phasen, gespeist.

Ein gegenüber dem ersteren aufgestellter Ersatzmotor kann im Bedarfsfall in Betrieb gesetzt werden.

Zwei elektromagnetische Bremsen halten die Brücke in allen Stellungen fest, falls die Stromzufuhr des Motors unterbrochen wird.

Eine automatische Bremse wirkt der Möglichkeit entgegen, daß die Brücke unter Windeinfluß in Bewegung gerät.

Auf der Antriebsbühne steht ein Hilfs-Benzinmotor, sowie eine Handantriebsvorrichtung, die durch Kettenantrieb betätigt werden kann.

Das Öffnen oder das Schließen der Brücke kann bei einem Gegenwind von 50 kg/m<sup>2</sup> in 100 Sekunden vorgenommen werden.

### *Verriegelung.*

Das Ende des Brückenarmes trägt einen Riegel, der elektrisch vom Brückenwärterhäuschen aus bedient wird und dessen Betätigung mit dem der Klappvorrichtung gekuppelt ist.

### *Verankerung der geöffneten Brücke.*

Die Brücke kann in vollständig geöffneter Stellung mittels Stahlstangen verankert werden, welche das Gegengewicht mit einem Metallsockel verbinden, der in einem Fundamentklotz eingemauert ist.

Diese Verankerung ist so berechnet, daß sie einem Wind von  $150 \text{ kg/m}^2$  widersteht.

### *Puffer.*

Zwei am Ende des Brückenarmes angeordnete Puffer gestatten die Stöße beim Schließen der Brücke zu dämpfen.

### *Schlagbäume.*

An den beiden Brückenenden sind Schlagbäume angeordnet, die auf elektrischem Wege vom Brückenwärterhäuschen aus betätigt werden und mit optischer und akustischer Signalgebung versehen sind.

Dieses Bauwerk ist die 14. Klappbrücke gleicher Bauart, die von den Etablissements Daydé errichtet wurde.

### *6. Brücke von Moissac (Fig. 6).*

Die Etablissements Daydé haben als Ersatz für die alte Brücke von Moissac, auf der die Eisenbahnlinie von Bordeaux nach Sète den Tarn überschreitet und welche durch Unterkellerung der Pfeiler infolge eines plötzlichen großen Hochwassers eingestürzt war, eine neue Brücke als durchlaufender Träger mit

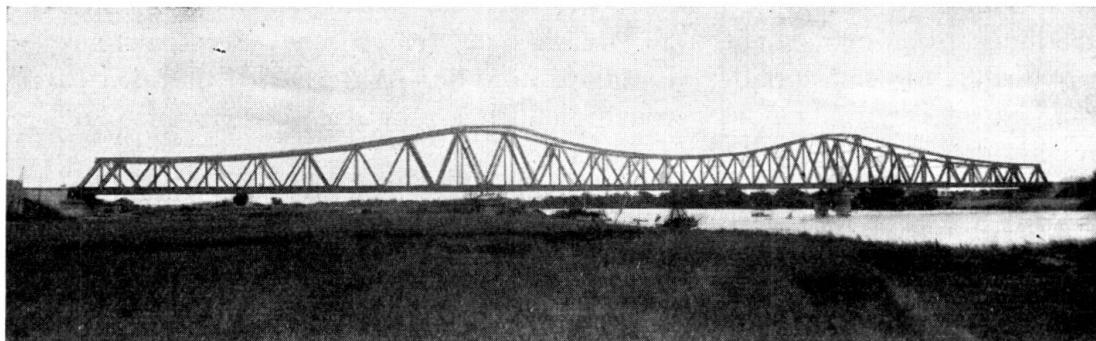


Fig. 6.  
Brücke von Moissac.

veränderlicher Höhe über drei Öffnungen erstellt. Die entsprechenden Spannweiten sind folgende:

120 m für die Mittelöffnungen

95,70 m für die uferseitigen Öffnungen.

Die Hauptträger sind als Fachwerkträger mit veränderlicher Höhe ausgebildet mit einem gegenseitigen Achsabstand von 9.50 m.

Der Untergurt ist waagerecht, der Obergurt polygonal mit einem kurzen horizontalen Stück über den Pfeilern.

Diese Linienführung ergibt sich durch das Weglassen der hohen Pfosten über den Pfeilern und trägt dazu bei, dem ganzen Bauwerk ein Aussehen größerer Leichtigkeit zu verleihen.

Die Höhe des Trägers über den Flußpfeilern beträgt 18,50 m. Sie nimmt nach und nach ab bis auf 10,50 m in der Mitte der mittleren Öffnung und auf 8,50 m über den uferseitigen Auflagern.

Die Füllstäbe zwischen den Gurtungen bilden ein einfaches V-System mit Hängesträngen, die von den Knoten des Obergurtes ausgehen.

Die Querträger, deren Abstände 5,40 bis 7 m betragen, sind durch vier Reihen Längsträger mit I-Querschnitt, die lotrecht unter den Schienen angeordnet sind, miteinander verbunden.

Der Querverband besteht aus Versteifungen, in der Ebene der Druck-Diagonalen und aus einer waagerechten Versteifung in Kreuzform, die sich in den Flanschenebenen des Untergurtes befindet.

Die Querverbände bilden mit den Diagonalen und den entsprechenden Querträgern starre Rahmen, welche die Übertragung der Windkräfte von dem oberen Brückenteil auf die waagerechte untere Versteifung sicherstellen.

Die Auflagerung geschieht durch ein festes Kipplager auf dem einen Flußpfeiler und Rollenlager auf dem anderen Flußpfeiler und den beiden uferseitigen Widerlagern.

#### *Montage und Einbau des Stahlüberbaues.*

Da die Bodenbeschaffenheit am Standort des Bauwerkes das ausreichend tiefe Rammen von Pfählen nicht gestattet, konnte man die Überbauten nicht auf fester Rüstung montieren. Obgleich es sich um eine Brücke mit großen Stützweiten handelt, wurden die Stahlüberbauten eingefahren.

Jede Hälfte des Überbaues wurde auf einer an jedem Ufer aufgestellten Montagebühne zusammengebaut und durch eine elektrische Trossenwinde über Walzenlager, die sich auf der Montagebühne, den Widerlagern und den Pfeilern befanden, an ihren Standort gezogen, jedoch so, daß sie etwas höher zu liegen kam, als der endgültigen Lage entsprach.

Um die Beanspruchung in den Konstruktionselementen der Hauptträger zu verringern, war es erforderlich, diese Träger durch ein provisorisches zusätzliches Fachwerk zu verstärken.

Ein stählerner Vorbau von 40 m Länge gestattete anderseits die Größe der Beanspruchungen im Augenblick der größten Ausladung zu verringern.

Sobald das Einfahren der beiden Brückenhälften beendet war, schritt man zu ihrer Verbindung, die derart erfolgen mußte, daß die nachher auftretenden Beanspruchungen, den unter der Annahme eines durchlaufenden Trägers gerechneten Beanspruchungen entsprechen sollten.

Zu diesem Zweck hatte man die Brückenenden über den Widerlagern um ein bestimmtes berechnetes Maß abgesenkt, so daß die unteren Gurtungen im mittleren Teil waagrecht zu liegen kamen und vernietet werden konnten.

Die Brücke wurde dann auf ihre Auflager heruntergelassen, nachdem der Untergurt wieder horizontal ausgerichtet war.

Durch die Innehaltung dieser Ausführungsweise war man sicher, daß die Kräfte in allen Stäben genau die gleichen sind wie im Fall des Zusammenbaues auf Gerüsten.

Das Gesamtstahlgewicht der Brücke von Moissac beträgt 2714 t.

Durch die Einfachheit seiner Linien und seiner glückten Erscheinung bezeugt dieses Bauwerk das Formgefühl, das die entwerfenden Konstrukteure beherrschte.

#### 7. Straßenbrücke von La Rochelle-Pallice (Fig. 7).

Die Landungsmole, die gegenwärtig im offenen Meer vor dem Hafen von La Rochelle-Pallice gebaut wird, soll durch eine Straßenbrücke aus Stahl, die auf Betonpfeilern ruht, mit dem Ufer verbunden werden.



Fig. 7.

Zugangsbrücke zur Landungsmole von La Rochelle-Pallice.

Diese Straßenbrücke, deren Bau zuerst unternommen wurde, ist heute vollkommen fertiggestellt.

Sie besteht, vom Festland ausgehend, aus:

1. Zwei Gruppen von je sechs durchlaufenden Trägern in gerader Flucht, mit einer Gesamtlänge von 840 m.

2. Sechs Einzelträgern, deren Längsachsen im Grundriß ein Vieleck bilden, das einen Kreisbogen von 192,50 m Halbmesser und 280 m Länge umschließt. Der am weitesten im Meer draußen befindliche Träger stützt sich auf die Landungsmole selbst ab.

Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf die in gerader Flucht durchlaufenden Träger, die von den Etablissements Daydé gebaut wurden.

Die Spannweite jedes dieser Träger beträgt von Mitte zu Mitte Auflager 70 m.

Sie sind für zweireihigen Wagenverkehr und ein Normalspurgleis, das sich an der Seite der Fahrbahn befindet, eingerichtet.

Die lichte Weite zwischen den Hauptträgern beträgt 10,00 m.

Zwei Fußgängerstreifen von je 1,50 m Breite sind als Kragkonstruktion ausgebildet.

Die Hauptträger sind als Parallelträger von 9,50 m Höhe ausgebildet, mit gekreuzten Diagonalen und vertikalen Pfosten. Zwischen dem Untergurt und

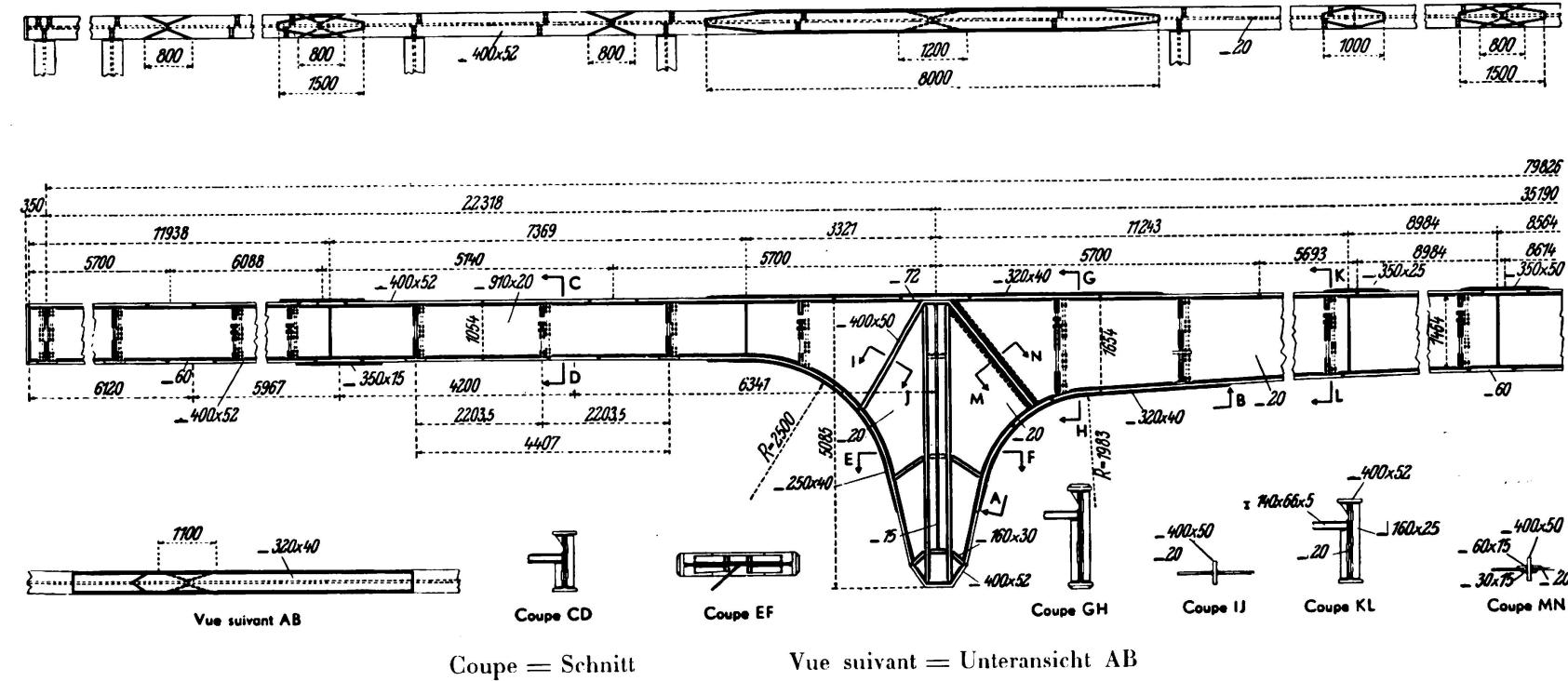


Fig. 8.

### Brücke der Porte de la Chapelle in Paris.

### Einzelplan.

den Kreuzungspunkten der Diagonalen sind noch vertikale Halbposten eingezogen.

Die Gurte sind zweiwandig ausgeführt.

Die unten liegende Fahrbahnkonstruktion besteht aus Querträgern im gegenseitigen Achsabstand von 7,00 m, die untereinander durch sieben Reihen Längsträger verbunden sind, von denen sich zwei unter dem Gleis befinden.

Die Obergurte der Hauptträger sind durch Fachwerk-Querverbände miteinander verbunden, außerdem ist noch ein waagrechter Windverband angeordnet.

Ein zweiter Windverband ist in der Flanschenebene der unteren Gurtungen vorhanden.

Das Fahrbahngerippe trägt eine Eisenbeton-Fahrbahndecke.

Auch die Gehwege bestehen aus einer Eisenbetonplatte. Diese wird von zwei Längsträgerreihen getragen, die auf den von den Pfosten auskragenden Stahlkonsolen ruhen.

Die beiden Gruppen durchlaufender Träger sind auf der landseitigen Rampe zusammengebaut und an ihrem endgültigen Standort durch aufeinander folgendes Einfahren gebracht worden.

Das Gesamtgewicht der 12 Träger beträgt 5600 t, so daß am Ende des Einfahrens jeder Gruppe von sechs Trägern die gesamte in Bewegung befindliche Masse fast 3 000 t erreichte.

#### IV. Geschweißte Brücken.

Die geschweißte Bauausführung hat in diesen letzten vier Jahren eine bedeutende Entwicklung durchgemacht. Die Stahlbaukonstrukteure, die sich am Anfang abwartend verhielten, haben sich nach und nach von den Möglichkeiten und den Vorteilen überzeugt, die die Schweißung auf dem Gebiet des Stahlskelett- und des Brückenbaus bietet.

Wir haben unter den ausgeführten zahlreichen geschweißten Stahlbauwerken die folgenden drei Brücken gewählt, weil sie am besten die Widerstandsfähigkeit und die Anpassungsfähigkeit des neuen Verbindungsverfahrens zeigen.

##### 8. Brücke der Porte de la Chapelle in Paris (Fig. 8).

Die von der Stadt Paris zum Zwecke einer Verbesserung der Verkehrsverhältnisse am Ausgang der Porte de la Chapelle unternommenen Arbeiten, machten für die Überführung der hier vorhandenen Eisenbahngeleise den Ersatz der bestehenden Bauwerke durch eine Stahlbrücke in einer Schrägen von ungefähr  $41^{\circ}$  notwendig.

Das neue Bauwerk wurde von den Ateliers de Constructions Schwartz-Hautmont nach einem von der Nordbahngesellschaft aufgestellten Gesamtplan ausgeführt.

Die neue Konstruktion besteht aus zwei gleichen Fahrbahntafeln, die nebeneinander angeordnet wurden. Jede Fahrbahntafel stützt sich auf zwei Hauptträger ab, diese besitzen zwei steif mit ihnen verbundene Mittelstützen, während die Enden der Hauptträger auf Rollenlagern aufliegen.

Die Mittelstützen sind auf Kipplagern abgestützt.

Die Brücke hat eine gesamte Spannweite von 79,80 m in drei Öffnungen,

von denen auf die mittlere 35,20 m und auf die zwei seitlichen 22,30 m entfallen.

Die beiden Hauptträger jeder Brückenbahn, die in einem Achsabstand von 4,05 m liegen, sind untereinander durch rechtwinklig dazu stehende Querträger verbunden, die zwei Reihen Längsträger tragen, auf denen die Querschwellen des Gleises mittels Hakenschrauben befestigt sind. Die End-Querträger der Fahrbahntafel ruhen auf Lagerböcken aus Stahlguss auf dem darunter liegenden Widerlager (Fig. 9).

Da das Geleise in einer Kurve geführt ist, sind die Längsträger jeder Fahrbahn ohne gegenseitige Versetzung direkt miteinander auf den Querträgern verbunden in Form eines Polygonzuges.

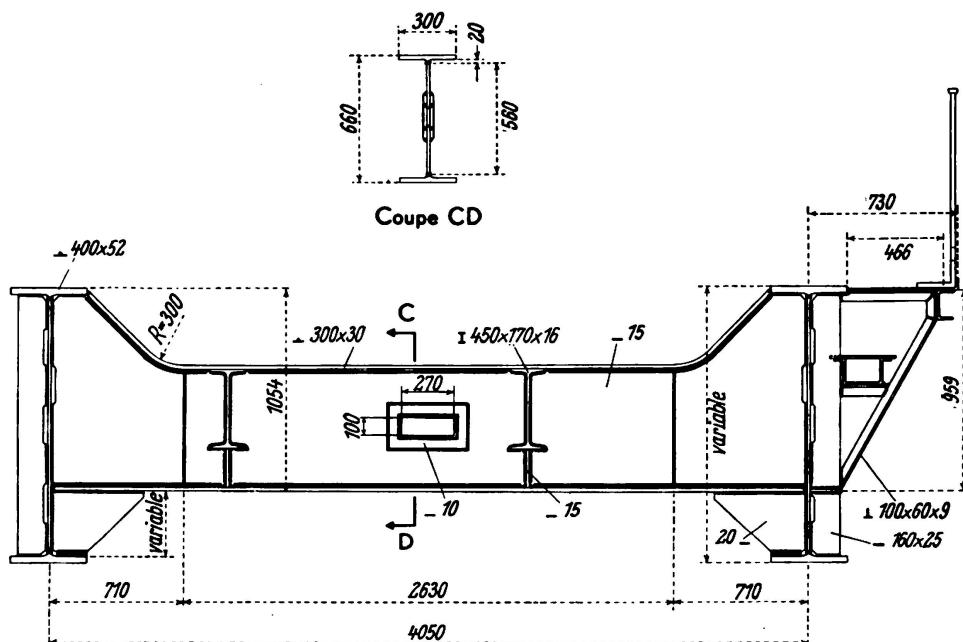


Fig. 9.

Brücke der Porte de la Chapelle in Paris. Schnitt des Oberbaues.

Die Gehwegstege werden von den äußeren Hauptträgern mittels Konsolen, die an ihren Enden durch Längsträger verbunden sind, getragen.

Da die Fahrbahntafeln wasserdicht sein müssen, wurde ein zusammenhängender Blechbelag von 8 mm Dicke auf die Träger, Querträger, Längsträger und Randträger befestigt.

Das auf die Brücke fallende Regenwasser wird für jede Brückenbahn durch ein System von Rohrleitungen und Entwässerungsritten zu den Ablaufkanälen der darunterliegenden Straßen geleitet.

Die Mittelstützen bestehen aus einem Stegblech von 20 mm Dicke, auf das zwei Lamellen aufgeschweißt sind. Diese Lamellen bestehen aus Spezialwulstprofilen, welche die Stumpfschweißung gestatten. Sie sind 400 mm breit und 52 mm dick. Die untere Lamelle schließt sich stetig der geschweiften Form der Mittelstütze an.

Die Stegverbindungen wurden stumpf ausgeführt, bestimmte Flanschverbin-

dungen mußten jedoch in X-Form ausgeführt werden, um den ministeriellen Anordnungen vom Juni 1935 zu genügen.

Die Hauptträger der Mittelloffnung haben in der Mitte eine Steghöhe von 1,32 m, die bis auf 1,51 m an den Mittelstützen ansteigt. Die Hauptträger der

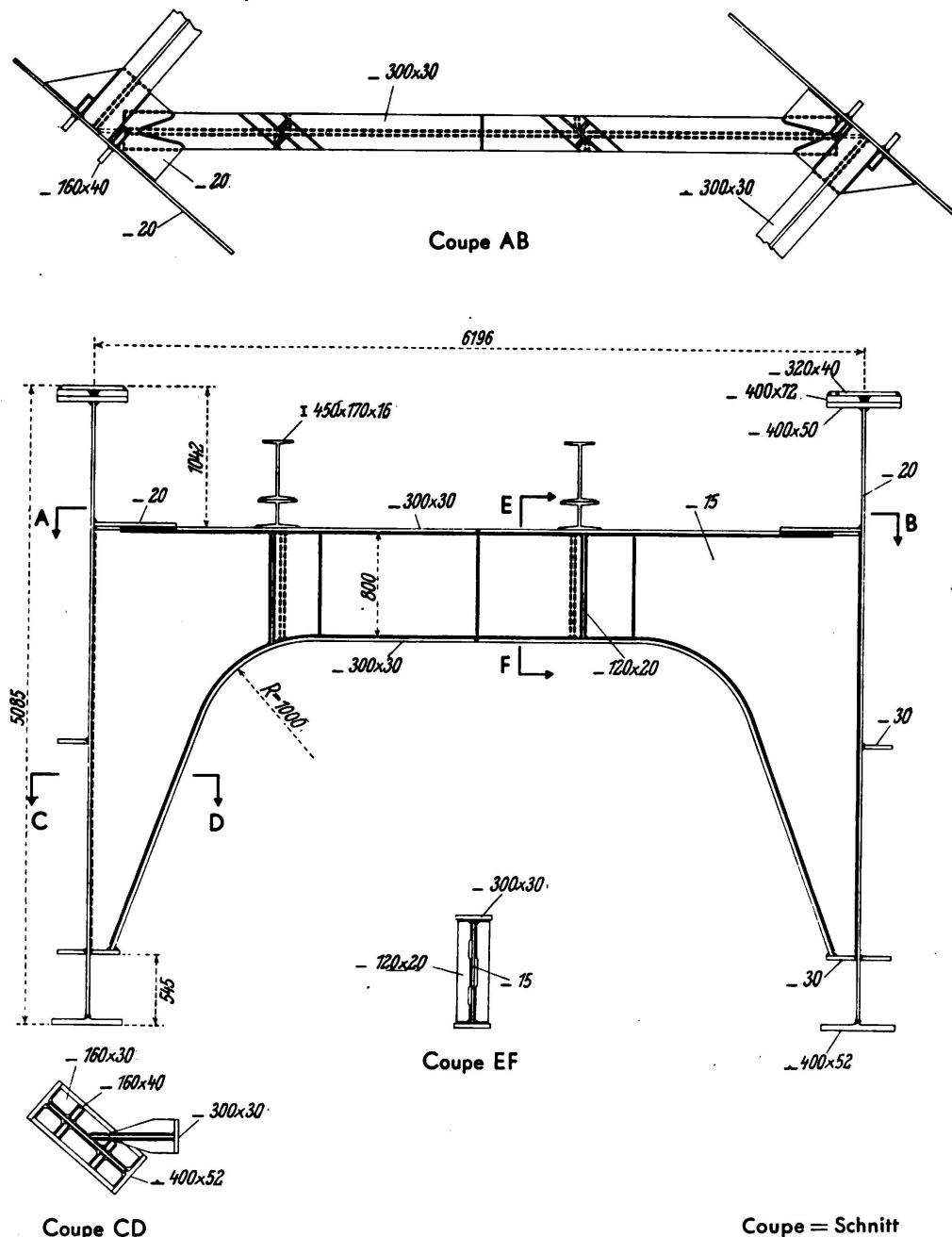


Fig. 10.

Brücke der Porte de la Chapelle in Paris. Versteifung.

Seitenöffnungen haben eine gleichbleibende Steghöhe von 0,91 m. Die Stege werden durch in Abständen von ungefähr 2,20 m angeordnete Aussteifungen verstärkt. Sie sind auf den Steg und an beide Flansche auf beiden Seiten des Steges aufgeschweißt, wobei die inneren und äußeren Aussteifungen gegeneinander etwas versetzt sind.

Die Mittelstützen, die mit den Hauptträgern ein durchlaufendes Ganzes bilden bestehen aus einem Steg von 20 mm Dicke, auf den aufgeschweißt wurden:

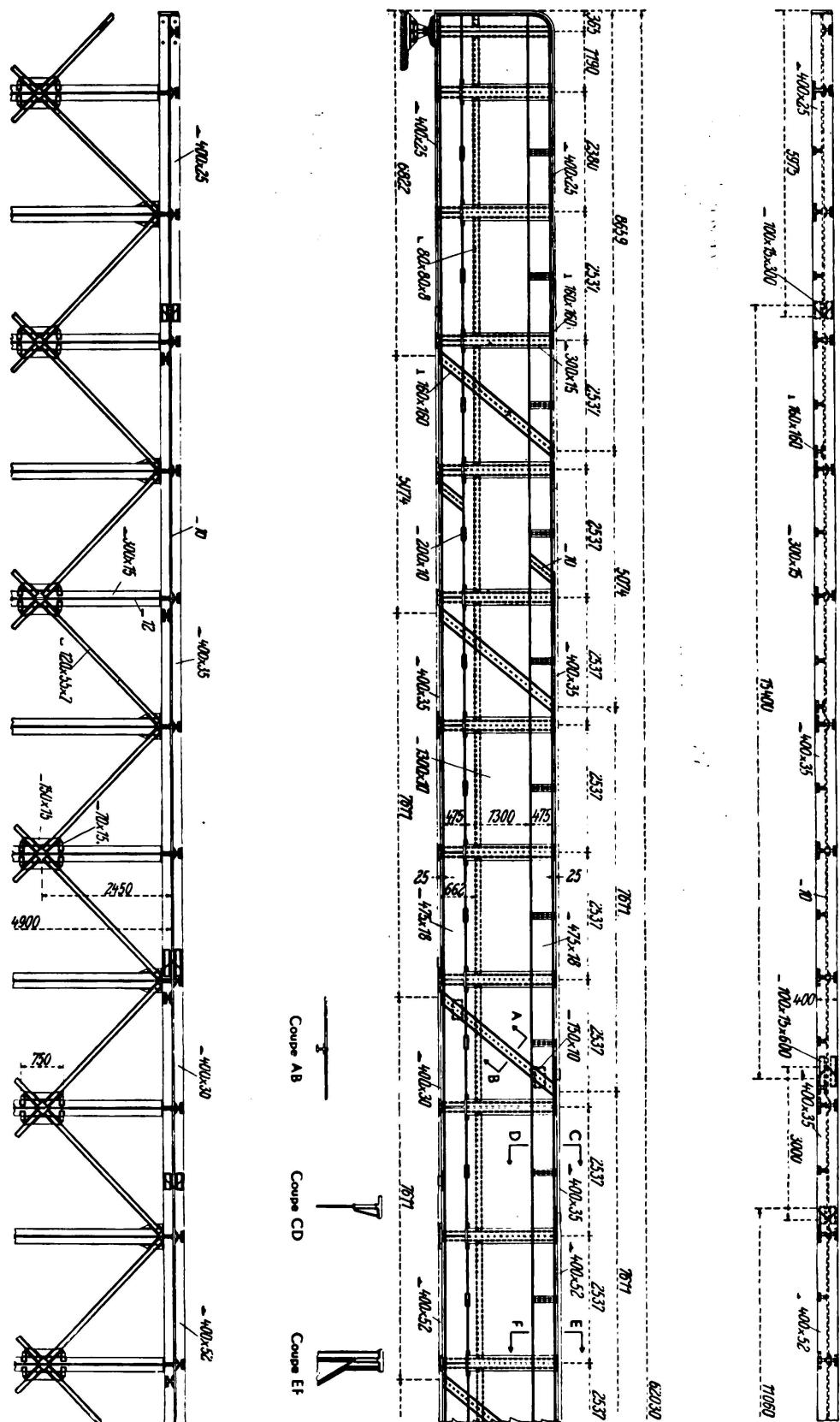


Fig. 11.  
Brücke von Soissons. Einzelplan.

1. Am oberen Teil „in Winkelschweißung“ ein Anschlußblech von 50 mm Dicke, an welches der Steg des waagerechten Hauptträgers angeschlossen ist.

2. Dann in Stumpfschweißung das Spezialwulstprofil, das den unteren Flansch des Hauptträgers fortsetzt.

In geeigneter Weise angeordnete Versteifungen geben diesen Mittelstützen, die mit dem Boden durch Kipplager verbunden sind, die notwendige Steifheit.

Je zwei Mittelstützen sind miteinander durch Querportale verbunden, welche die lotrechte Lage der Hauptträger sichern und die Brücke verstauen. Diese Portale bestehen ihrerseits aus Stützrahmen mit einem zweckmäßig ausgeschnittenen Stegblech von 15 mm Stärke, auf dem Flansche von 300 mm Breite und 30 mm Dicke rechtwinklig aufgeschweißt sind (Fig. 10).

Der Windverband der Brücke wird durch Querträger vervollständigt, die aus Stegen von 15 mm Dicke bestehen, welche stumpf auf Lamellen mit Wulst von 30 mm Dicke aufgeschweißt wurden. Der Steg dieser Querträger, der innen an die Stege der Hauptträger angeschweißt ist, dient zugleich als Aussteifung der Hauptträger. Ein Zwischenquerverband aus Walzprofil I 14 verstärkt diese Versteifung noch.

Die unter den Schienen angeordneten Längsträger sind I NP 45. Sie sind durch Schweißung mit den Querträgern verbunden.

Die Schweißung wurde in den Werkstätten und auf der Baustelle angewendet, gewisse Nebenteile wurden auch genietet.

### 9. Brücke von Soissons (Fig. 11 und 12).

Die Nordbahngesellschaft hat am Ausgang von Soissons (Aisne) eine schräglauende Eisenbahnbrücke als durchlaufenden Träger über zwei Öffnungen gebaut, mit seitlich auskragendem Gehweg. Die Ausführung dieses Bauwerks wurde nach einem von der Nordbahngesellschaft aufgestellten Gesamtplan den Etablissements Paindavoine Frères übertragen.

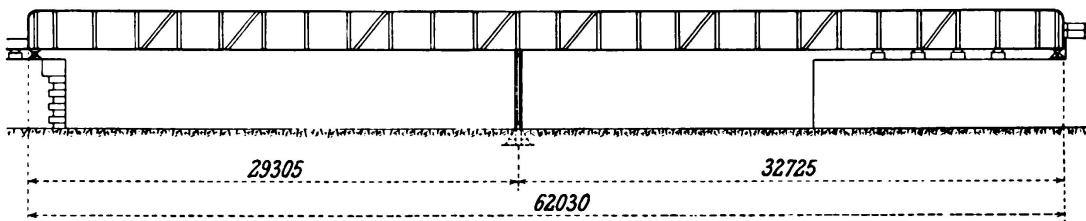


Fig. 11.

Brücke von Soissons. Gesamtskizze.

Die Brücke ist als durchlaufender Blechträger über zwei Öffnungen ausgeführt. Der Hauptträgerabstand beträgt 4,90 cm.

Die Spannweiten der beiden Öffnungen sind 62,95 m, bzw. 62,03 m. Jeder Hauptträger von 2,25 m Höhe ist in der Mitte durch eine Pendel-Stütze von 4,40 m Höhe abgestützt, die unten in einem geschweißten Stahllager ruht.

Die Trägerenden sind durch ein Kipplager und durch ein Gleitlager auf die Widerlager abgestützt.

Die Hauptträger bestehen aus einem Steg, der aus 10 und 18 mm Blechen zusammengesetzt ist, auf dem zwei Lamellen mit Wulst durch Stumpfschwei-

ßung befestigt sind. Diese Lamellen haben eine gleichmäßige Breite von 400 mm und mit der Größe der Momente veränderliche Dicken von 25 mm, 35 mm und 52 mm. Die Lamellenverbindungen sind stumpf in V-Form zusammengeschweißt und mit Laschen versehen.

Der Steg besteht aus drei Streifen übereinander angeordneter Bleche, die Abmessungen von 0,475 m, 1,300 m und 0,475 m aufweisen und auf der ganzen Länge stumpf geschweißt sind. Die Dicke der Außenbleche beträgt 18 mm und die des Mittelblechs 10 mm. Die Stegblechstöße sind stumpf geschweißt und laufen schief, wobei die Stöße der äußeren Bleche gegenüber denen der Zwischenbleche versetzt sind.

T-förmige Stegversteifungen sind in regelmäßigen Abständen von 2,537 m angeordnet. Sie sind auf den Steg und auf die beiden Flansche der Außenseite

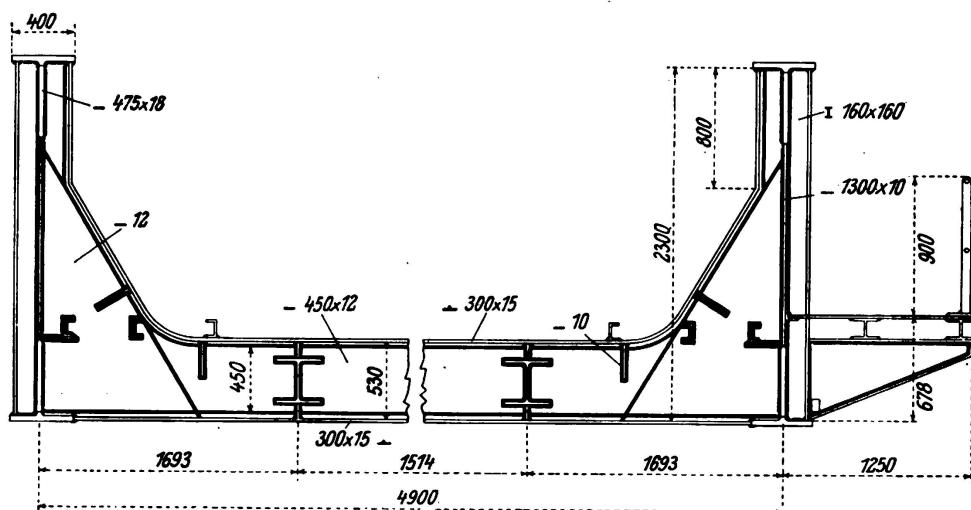


Fig. 13.  
Brücke von Soissons. Schnitt des Oberbaus.

des Trägers aufgeschweißt. Andere aus I-Walzprofilen bestehende Schrägversteifungen verstärken die Stegblech-Stöße.

An der Innenseite befinden sich Querträger in der Form umgekehrter Portale, welche gleichfalls der Stegversteifung der Hauptträger dienen. Diese Querträger bestehen aus einem Steg von 12 mm Dicke und 0,45 m Höhe und sind auf zwei Lamellen mit Wulst von 0,30 m Breite und 15 mm Dicke aufgeschweißt.

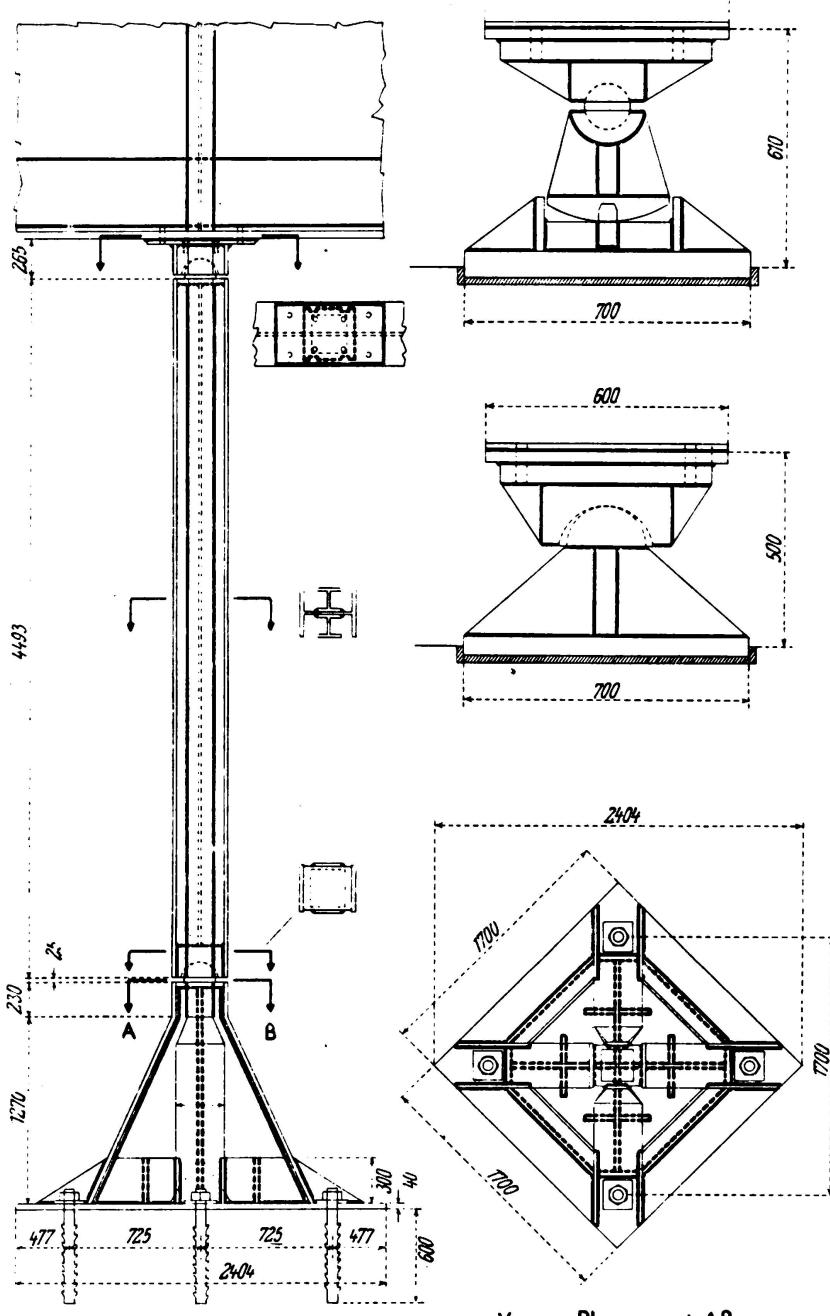
Die unter den Schienen angeordneten Längsträger sind breitflanschige I-Walzprofile von 30×30. Sie sind durch Schweißung mit den Querträgern verbunden (Fig. 13).

Die Pendelstützen in Brückenmitte bestehen aus einem unbearbeiteten breitflanschigen gewalzten I-Profil 36×30, auf dessen Steg man auf beiden Seiten zwei breitflanschige I-Walzprofile 15×15 aufgeschweißt hat. Die oberen und unteren Enden besitzen zusammengeschweißte Stücke, welche die Aufnahme von Kippgelenken gestatten (Fig. 14).

Das untere Lager der Pendelstütze ist eine pyramidenartig aussehende geschweißte Konstruktion, die aus gegenseitig versteiften Blechen besteht.

Jeder Hauptträger ist an seinen Enden gelenkig aufgelagert. Das Auflager

auf der einen Seite ist fest und auf der anderen Seite beweglich. Dieses letzte Auflager umfaßt einen Kippzapfen und einen Rollteil, bei der Herstellung beider Teile erwies sich die Anwendung der Schweißung als vorteilhaft.



Vue en plan AB = Draufsicht AB

Fig. 14.

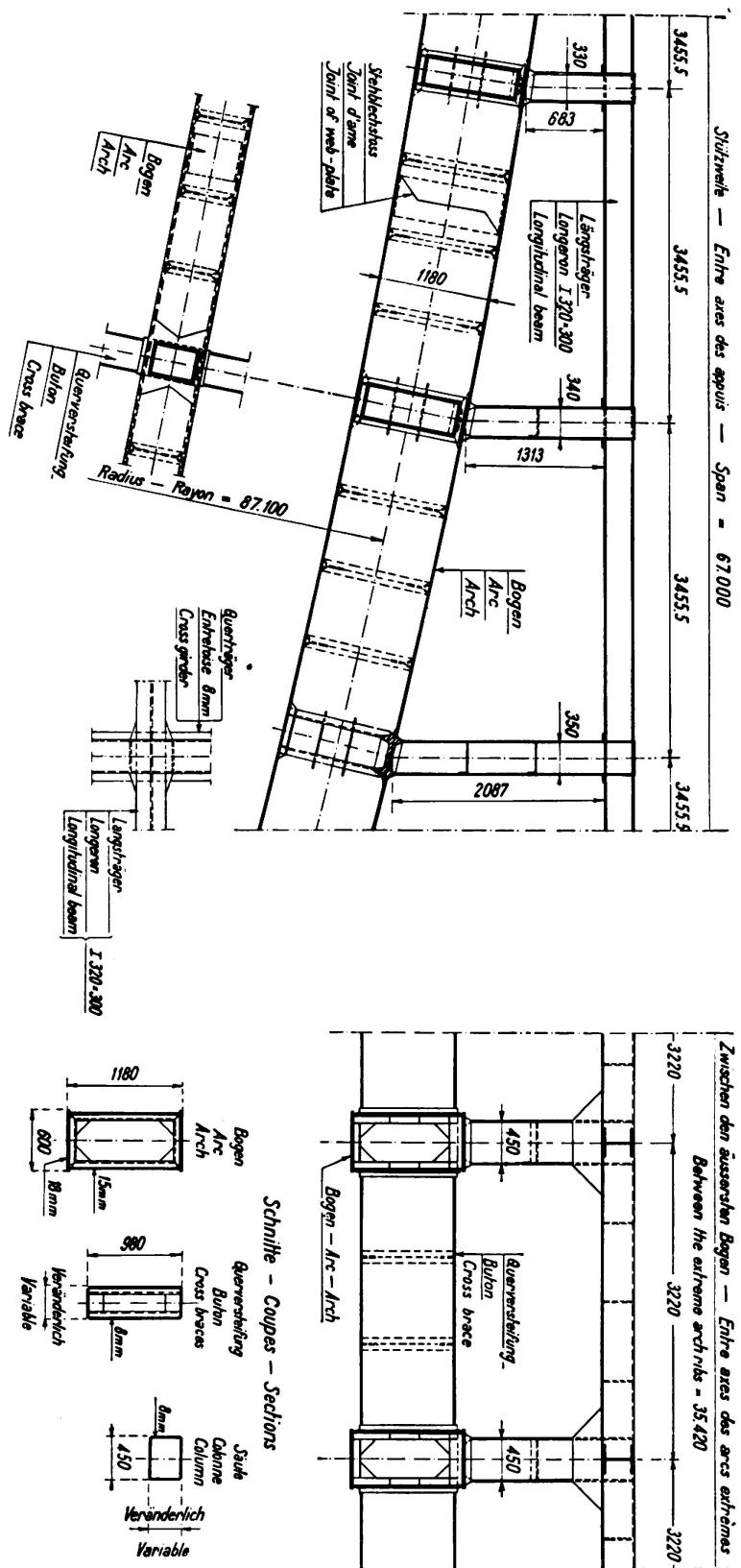
Brücke von Soissons. Zwischenpfeiler und seine Gelenke.

#### 10. Brücke von Neuilly (Fig. 15).

Um die beiden Arme der Seine in Neuilly bei Paris zu überbrücken hat die Brücken- und Straßenverwaltung den Bau einer geschweißten Brücke beschlos-

sen, deren Ausführung den Etablissements Baudet, Donon, Roussel anvertraut wurde.

Die Brücke besteht aus je einem Bogen für jeden Flussarm. Der eine hat eine



Brücke von Neuilly.  
Fig. 15.

zwischen den Kämpfergelenken gemessene Spannweite von 67 m, der andere eine solche von 82 m. Da die beiden Bogen, abgesehen von den Abmessungen, in der Ausführung im wesentlichen gleich sind, werden wir hier nur den Bogen von 82 m beschreiben.

Die Fahrbahn ruht auf 12 Zweiggelenkbogen von 6,08 m Pfeilhöhe, die in gegenseitigen Achsabständen von 3,22 m angeordnet sind.

Jeder dieser Bogen besteht aus einem Kastenquerschnitt von  $1,18 \times 0,60$  m, der durch senkrechtes Aufeinanderschweißen von vier Blechen erhalten wurde. Dieser Querschnitt ist im Innern durch rahmenförmige Rippen aus aufgeschweißten Winkeleisen und Blechen verstift worden.

Die Versteifungswinkel sind in Abständen von 1 m angeordnet und mit den beiden Flanschenenden aufgeschweißt.

Die Verbindung der verschiedenen Schüsse jedes Bogens erfolgte durch Stumpfschweißung, im Innern ist jedoch eine Hülse angebracht, die der Einpassung zweier aufeinanderfolgender Stücke diente.

Die Bogen sind untereinander durch Querträger mit Kastenquerschnitt verbunden, die im Innern in der gleichen Weise wie die Bogen selbst mit Versteifungs-Rahmen versehen wurden. Diese Querträger haben eine Steghöhe von 0,98 m und bestehen aus zwei Stegen von 8 mm Stärke und zwei Lamellen von 10 mm Stärke, die miteinander durch Schweißung verbunden wurden.

Die senkrechten Pfosten haben gleichfalls Kastenquerschnitt und wurden durch Zusammenschweißen von vier Blechen von 8 mm Dicke erhalten. In der Querrichtung beträgt die Breite dieser Pfosten 0,45 m, in der Längsrichtung ist sie veränderlich zwischen 0,32 und 0,39 m. Die Pfosten haben einen Achsabstand von 3,45 m. Sie sind mittels besonderer Stahlgußstücke auf die Bogen abgestützt, welche in die obere Lamelle des Bogens eingespannt sind.

Die Fahrbahnträger sind auf die Pfostenköpfe abgestützt. Es handelt sich um I-Walzprofile von  $320 \times 300$ . Der Anschluß erfolgt vermittelst des Querverbandes, der die Pfostenköpfe untereinander verbindet. Dieser Querverband besteht aus einem  $\text{H}$ -förmig gebogenen Blech von 8 mm Dicke, das über die zu versteifenden Pfostenköpfe gezogen ist. Er ist im Innern durch senkrechte Blechrippen verstift.

## V. Verschiedene Bauten.

### 11. Eisenbahn-Anschlußbrücke für Fährschiffe in Dünkirchen.

Die Companie de Fives Lille hat für den direkten Reisendenverkehrsdiest Paris-London im Einschiffungshafen Dünkirchen eine Brücke für den Anschluß der Eisenbahn an das Schiff gebaut (Fig. 16).

Die durch die Anlegung des Fährschiffes und den Übergang der Schlafwagen vom Festland auf das Schiff gestellte Aufgabe bietet wegen den sehr strengen Betriebsbedingungen besondere Schwierigkeiten:

Starke Schwankungen der auszugleichenden Höhe infolge Ebbe und Flut, beträchtliche Querneigungen infolge Wind und Wasserbewegung selbst in den Schwimmdocks und schließlich die Notwendigkeit eines schnellen und absolut sicheren Betriebes zu jeder Tages- und Nachtzeit, da die Fahrpläne wenig Spielraum lassen.

Die Aufgabe wurde in der Weise gelöst, daß man auf einem vorhandenen Schwimmdock eine Gelenkbrücke jener Bauart erstellte, die bereits in den nordischen Ländern angewendet wird, wobei man aber eine ganze Reihe von Verbesserungen anbrachte.

Man hat sogar am Kopf der Brücke, auf der Meerseite, eine abnehmbare Einrichtung vorgesehen, die dazu bestimmt ist, im Bedarfsfall die Landung des Fährschiffes zu gestatten, das gegenwärtig den Warendienst zwischen Calais und England versieht und ganz anderer Bauart ist.

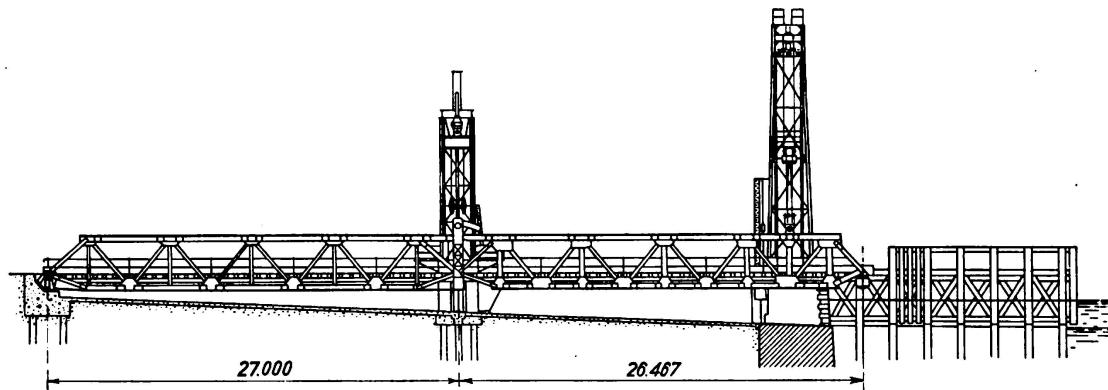


Fig. 16.

Anschlußbrücke für Fährschiffe in Dünkirchen. Aufriss.

Die allgemeinen Abmessungen des Bauwerkes sind die folgenden (Fig. 16, 17 und 18):

Länge der landseitigen Brücke 27 m.

Länge der meerseitigen Brücke 26,467 m.

Gesamtlänge 53,467 m.

Abstand zwischen den Achsen des Hauptträgers der landseitigen Brücke 5,600 m (für ein Gleis).

Abstand zwischen den Achsen der Hauptträger der meerseitigen Brücke, schwankend zwischen: 5,600 m und 9,227 m (für zwei Gleise).

Auszugleichender Höhenunterschied der Wasserspiegel 2,400 m.

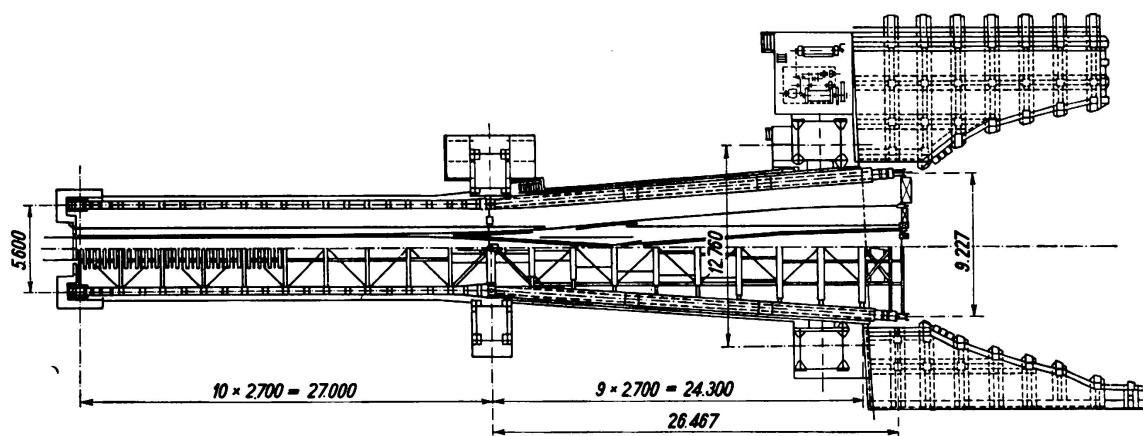


Fig. 17.

Anschlußbrücke für Fährschiffe in Dünkirchen. Plan.

Dieser Unterschied erhöht sich bis auf 3,90 m, wenn man noch die Änderung des Tiefganges des Schiffes infolge verschiedener Belastung und die Schwingungen des Schiffes, die zu  $+7^{\circ}$  angenommen wurden, berücksichtigt.

Die am 8. September 1935 mit dem Fährschiff ausgeführten Versuche haben restlos befriedigt.

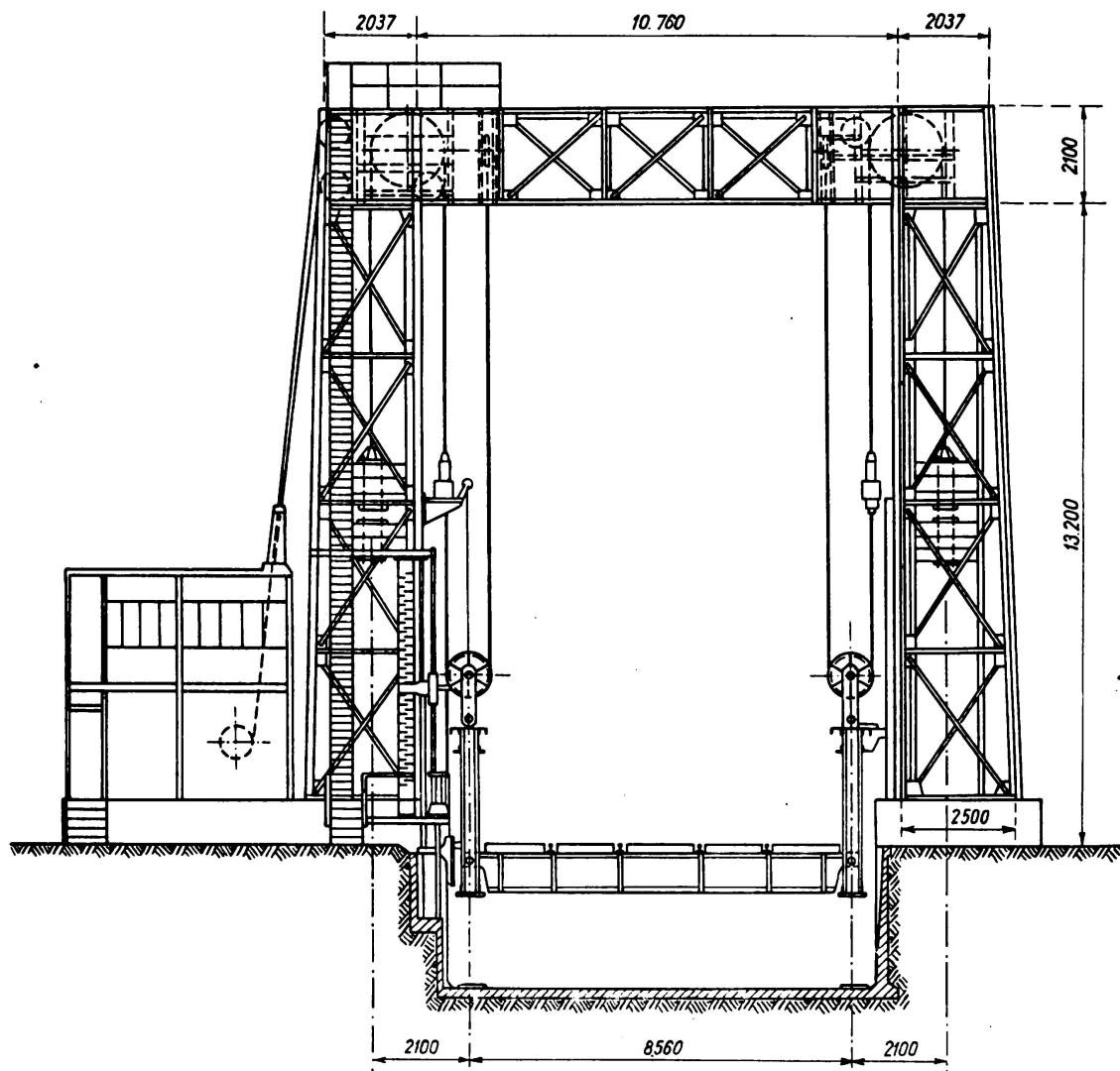


Fig. 18.

Anschlußbrücke für Fährschiffe in Dunkirchen. Endportale.

## 12. Helling von Lorient (Fig. 19).

Die Etablissements Joseph-Paris haben für den Fischereihafen von Lorient (Bretagne) eine bemerkenswerte Helling gebaut, die es ermöglicht, Fischereischiffe bis zu einer Länge von 55 m und einer Tonnage bis zu 650 t längs einer schießen Bahn aus dem Wasser heranzuziehen. Die Schiffe können dann weiter in eine der Reparatur-Werften oder in eine Einstellhalle gebracht werden, von denen im ganzen zehn für diesen Zweck vorgesehen wurden.

Die Anlage umfaßt im wesentlichen: Eine Gefäßbahn, eine den Einstellhallen entsprechende Anzahl Einziehwagen oder Schlitten, eine Haupteinziehwinde, eine Klapp-Drehbrücke und schließlich eine Einziehwinde in jeder Einstellhalle.

### Klapp- und Drehbrücke.

In unmittelbarem Anschluß an den oberen Teil der Gefäßbahn befindet sich in einer kreisrunden Grube von 45 m Durchmesser die Klapp-Drehbrücke. Diese Brücke kann zugleich gekippt und gedreht werden und ihr Oberbau trägt ebenfalls Schienen, die den Schlitten aufnehmen können. Beim Aufziehen eines Schiffes befindet sich die Brücke in einer solchen Stellung, daß ihr Oberbau in der Verlängerung der Laufbahn des Schlittens zu 6,25 v. H. geneigt liegt. Wenn die Schlitten mit dem Schiff ganz auf die Brücke gelangt sind, kippt diese wieder in die waagerechte Lage zurück.

Die Hauptträger der Brücke sind an einem Ende auf Kipplager abgestützt, die sich an der Unterseite derselben befinden, diese Kipplager ruhen ihrerseits auf dem drehbaren Untergestell der Brücke. Die Kippbewegung erfolgt durch

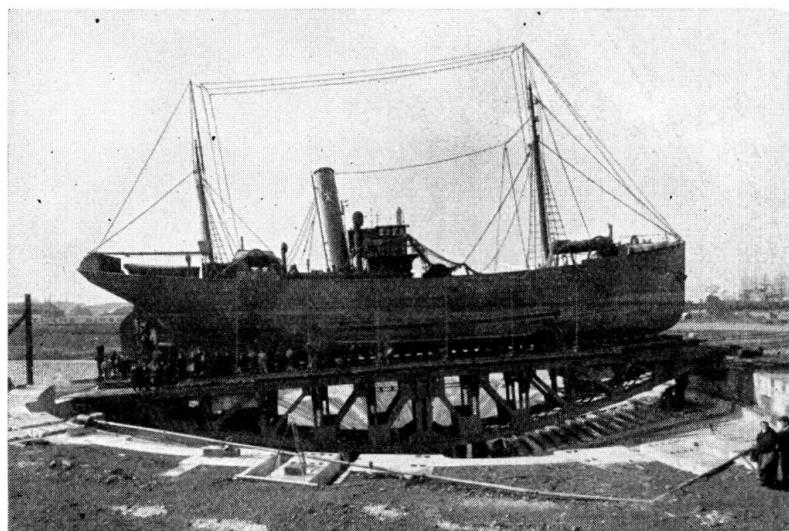


Fig. 19.

Helling von Lorient.

hydraulische Kolben, die einen beweglichen waagerechten Balken anheben, der das andere Ende der Brücke trägt. Dieser bewegliche Balken wird bei seiner Auf- und Abwärtsbewegung in seitlichen Gleitschienen geführt. Er wird in seiner höchsten Stellung von seitlichen Riegeln gehalten. Die Brücke kann nun gedreht werden wie die Drehscheibe eines Lokomotivschuppens. Das gesamte Leergewicht der Brücke beträgt 450 t.

Rund um die Grube herum und strahlenförmig von dieser ausgehend führen zehn Erddämme als Zugänge zu den Einstellhallen. Die mit gleichen Geleisen wie die Brücke versehenen Erddämme besitzen einen Unterbau aus Eisenbeton. In der Achse der Aufzugsbahn befindet sich keine Einstellhalle, diese sind symmetrisch zur Achse, je fünf auf jeder Seite, verteilt.

Die Brücke wird durch Drehung in die Verlängerung einer dieser Einstellhallen gebracht. Das Drehen geschieht durch eine auf der Brücke selbst befindlichen Antriebsvorrichtung, die von einem 15-PS-Motor angetrieben wird, und ein am unteren Ende der Brücke angeordnetes Ritzel antreibt, das in einen längs des Umfangs der Grube befindlichen Zahnkranz eingreift. Das Dreh-

gestell besteht aus einem in Stahlkonstruktion ausgeführten kreisrunden Kranz, der auf einer Reihe konischer Rollen ruht, und von strahlenförmig vom Drehzapfen ausgehenden Speichen verstieft wird. Das Drehzapfenlager ist fest in Beton verankert.

Sobald die Brücke sich in der Verlängerung einer der Einstellhallen befindet, wird sie in dieser Stellung mittels Riegel festgehalten, die in Aussparungen am Grubenrand eingreifen, wodurch eine genaue gegenseitige Übereinstimmung der Schienenenden erreicht wird. Beim Herausbringen eines Schiffes aus der Einstellhalle werden die Bedienungsvorgänge der Brücke in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt.

## VI. Maste.

### 13. Maste für Funkentelegraphie (Fig. 20 und 21).

Die französische Postverwaltung hat vor 2 Jahren die Ausführung eines Planes für die gesamte Erneuerung ihrer Bezirks-Rundfunksender beschlossen.

Die Leistung dieser Sender, die nur einige Kilowatt betrug, wurde auf 100 und für gewisse Sender sogar auf 200 Kilowatt erhöht.

Es war somit erforderlich zum Bau von Hochantennen zu schreiten, die bei der großen Hochfrequenzleistung des Senders mit einem ausgezeichneten Wirkungsgrad ausstrahlen. Die Verwaltung hatte deshalb einen Wettbewerb für die Lieferung von 6 Masten eröffnet, deren Ausführungs-Bedingungen wie folgt festgelegt wurden:

Höhe 220 m.

Waagerechte Kraft an der Spitze des Mastes 2 t.

Isolierung der Maste am Fuß und in deren Mitte, wobei diese Isolierung für die Aufnahme eines Wechselpotentialunterschiedes von 20 000 Volt bei einer Frequenz von  $10^6$  Perioden, was einer Wellenlänge von 300 m entspricht, vorzusehen war.

Die Ateliers de Construction Schwartz-Hautmont, denen dieser Auftrag erteilt wurde, hatten vor der Übergabe ihres Angebotes an die Verwaltung einen raschen Vergleich zwischen Turmmasten und verankerten Masten ausgeführt.

Nach der Feststellung, daß die Ankerlösung die wirtschaftlichste ist, wurde das Studium dieser Lösung in allen Einzelheiten durchgeführt und der Verwaltung wurden Maste vorgeschlagen, die entweder aus Chromkupferstahl 54 oder aus Stahl Qualität Pont et Chaussées 42 K<sup>0</sup> mit 25 v. H. Dehnung gebaut sind.

Der Preis der aus Stahl 54 ausgeführten Maste erwies sich niedriger als der Preis der Maste aus Stahl 42. Die erzielte Gewichtersparnis war ungefähr 10,4 v. H. Der Gestehungspreis eines Mastes im Werk war im wesentlichen der gleiche für die zwei Stahlarten, aber die Kostenersparnis beim Transport gab schließlich den Ausschlag für die Ausführung der Maste in Stahl 54.

Ihre Ausführung geschah in den Werkstätten der Baufirma in Hautmont, im Verwaltungsbezirk Nord, und unter der Leitung des sich jetzt im Ruhestand befindenden ehemaligen Generalinspektors der Brücken- und Straßen-Verwaltung M. Pigeaud.

## Durchführung der Berechnungen.

Die durch das Pflichtenheft der Verwaltung der Brücken und Straßen für Stahl 54 festgesetzten zulässigen Spannungen wurden zu:

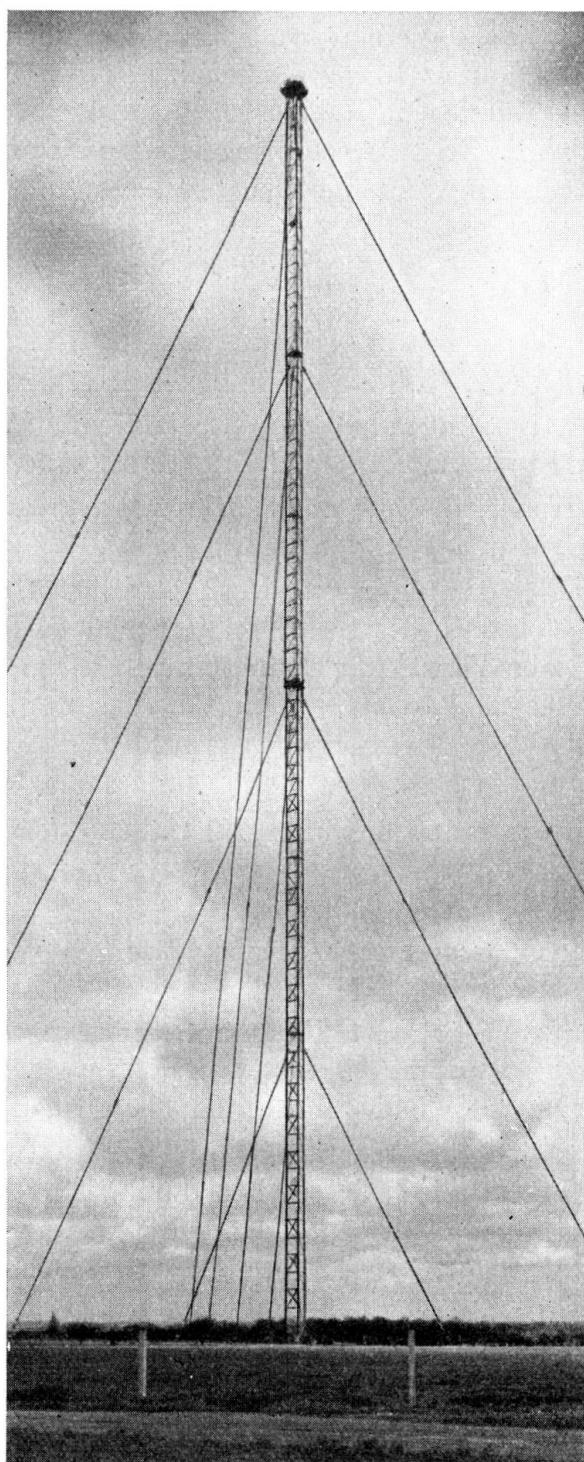


Fig. 20.

Mast für Rundfunk-  
sender.  
Allgemeine Ansicht.

$$R_1 = 18 \text{ kg/mm}^2,$$

$$R_2 = 19 \text{ kg/mm}^2 \text{ angegeben.}$$

Die in den Berechnungen berücksichtigte Windbelastung war  $200 \text{ kg/m}^2$ .

Die Bestimmung der durch den Wind im Mast hervorgerufenen Kräfte wurde

unter der Annahme vorgenommen, daß der Mast wie ein durchlaufender Träger auf fünf Stützen gelagert ist.

Man hat zunächst angenommen, daß der Wind auf eine Seitenfläche des Mastes in Normalrichtung zu dieser einwirkt, dann auf zwei Seitenflächen des Mastes in Richtung der Symmetrieebene zu diesen Flächen.

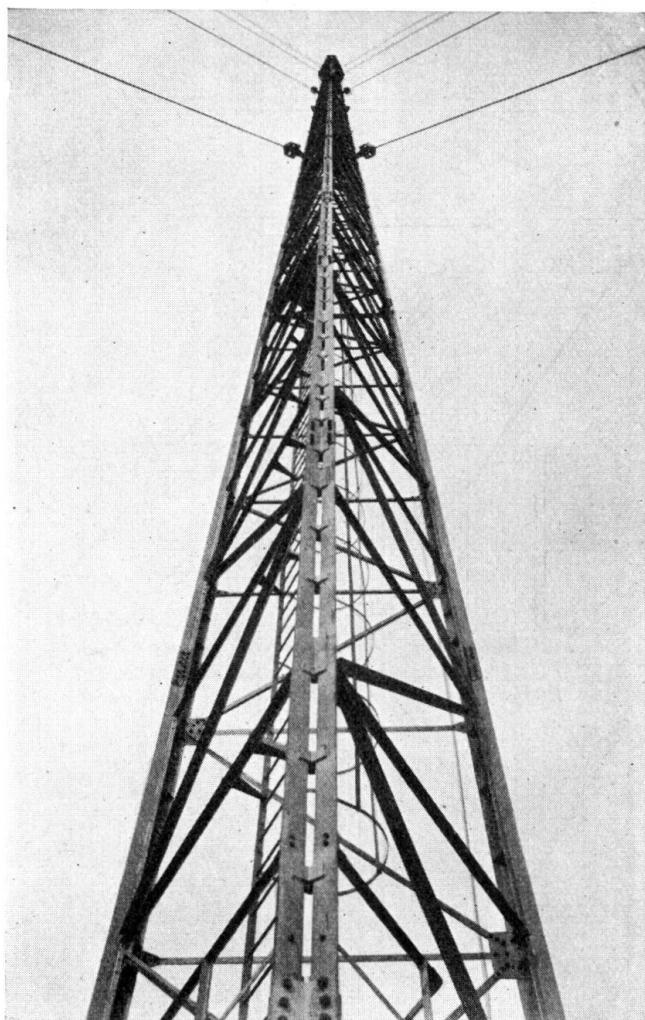


Fig. 21.

Mast für Rundfunk-sender.  
Fachwerkeinzelheiten.

Die Berechnung der Abspannkabel wurde für drei Zustände durchgeführt:

- 1) Mast ohne Wind,
- 2) Mast mit Wind, aber unter der Annahme starrer Abstützpunkte.
- 3) Mast, in dem man nach und nach die Abspannungen gelöst hat, die im vorherigen Fall in der Lage waren, den Schwerpunkt der Anschlußquerschnitte an Ort und Stelle zu halten und dem Mast gleichfalls gestatteten, sich um sein unteres Kipplager zu drehen.

Für diese Berechnung wurde vorzugsweise von dem Elastizitätskoeffizienten des Kabels in seiner Anfangsstellung Gebrauch gemacht (siehe: Pigeaud: „Résistance des matériaux et élasticité“).

#### A u s f ü h r u n g (Fig. 22).

Das Gestell des Mastes hat einen gleichbleibenden dreieckigen Querschnitt von 2,80 m Seitenlänge zwischen den Aufrißpunkten. Der Mast ruht mit seinem

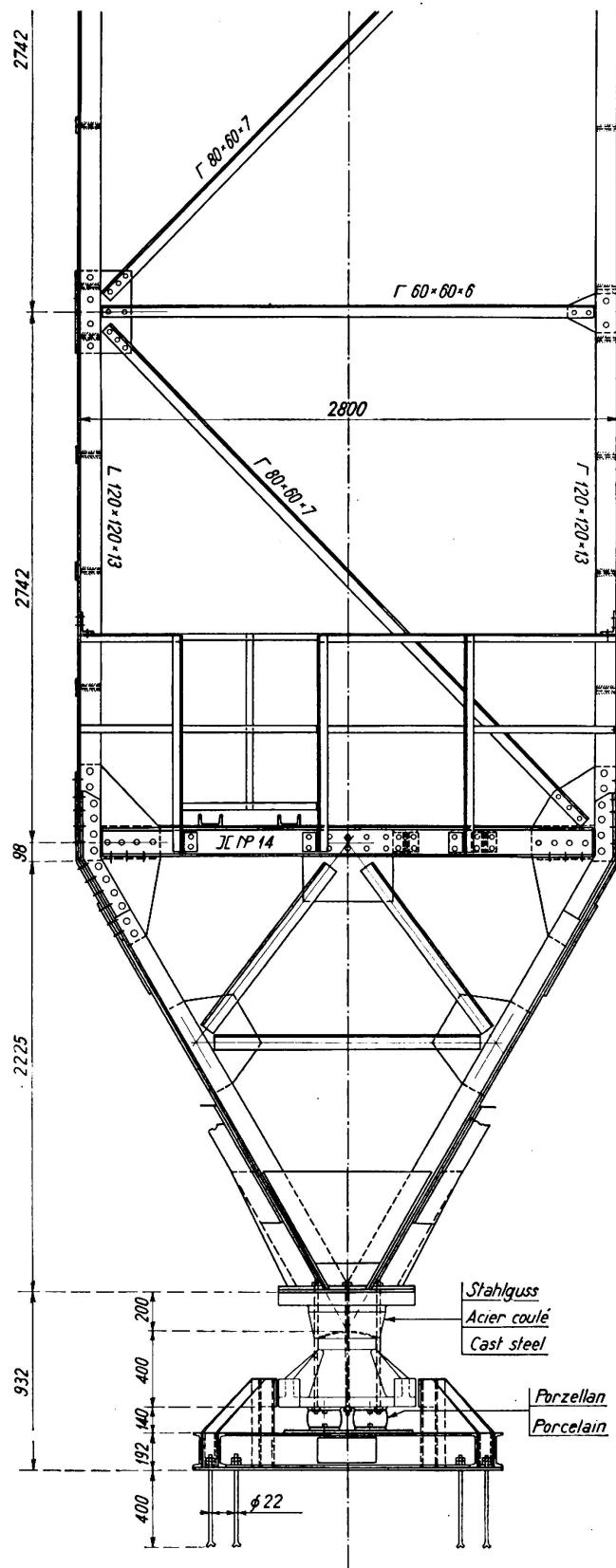


Fig. 22.  
Mast für Rundfunk-  
sender.  
Mastfuß.

Fuß auf einem Kugelzapfen aus Stahlguß und wird von zwölf Abspannkabeln gehalten, die in drei je um  $120^{\circ}$  gegeneinander versetzten Ebenen verteilt sind. Die Neigung der Abspannkabel gegenüber der Waagerechten beträgt  $63^{\circ}$ .

Die drei Eckpfosten jedes Mastes bestehen aus Winkelprofilen, deren Größe sich je nach den Kräften ändern. Man hat Winkelprofile benutzt, zwischen  $120 \times 120$  und  $80 \times 80$ .

Um eine gute Steifheit und Knickfestigkeit dieser Eckwinkel zu erhalten, wurden sie durch elektrisch aufgeschweißte Lamellen und gefalzte Bleche verstift.

Die Abspannseile bestehen aus Kabeln von 27 bis 32 mm Durchmesser. Das 32-mm-Seil besteht aus 52 Drähten von 3,52 mm Durchmesser und ist aus galvanisiertem und geeteertem Stahl hergestellt. Die Festigkeit des für die Kabeldrähte benutzten Stahls beträgt 180 bis 200 kg/mm<sup>2</sup>.

Die Anschlüsse der Abspannkabel mit dem Mast sind so ausgeführt, daß sie möglichst mit den in den Berechnungsgrundlagen gemachten Annahmen übereinstimmen.

Man hat zu diesem Zweck in der Höhe der Anschlüsse der Kabel kleine, durch Profile verstifte Plattformen gebildet, welche es ermöglichen, die Kabel in einer Entfernung von nur 220 mm von der Achse des Mastes anzuschließen. Durch diese Anordnung werden die infolge verschiedener Spannungen in den Kabeln einer Plattform entstehenden Drehmomente auf den Mast beträchtlich vermindert. Weiter werden die Vertikalkomponenten der Kabelspannkräfte durch diese Anordnung mit großer Annäherung gleichmäßig auf die drei Eckwinkel verteilt.

Die Isolierung am Fuße wurde, wie aus Abb. 25 ersichtlich, durch Porzellankörper von 90 mm Höhe bewerkstelligt. Jeder Porzellankörper kann eine Höchstbelastung von 90 t aufnehmen, die Abmessungen wurden mit dreifacher Sicherheit berechnet.

Zur Aufnahme der seitlichen Kräfte sind Konsolen mit entsprechenden Porzellankörpern vorgesehen.

Um in der Höhe von 110 m die Isolierung mit Porzellan zu bewerkstelligen, mußten besondere Anordnungen getroffen werden, da Porzellan nur Druckbeanspruchungen widerstehen kann.

Die Fig. 22 gibt eine Vorstellung der sich hieraus ergebenden Schwierigkeiten des Zusammenbaues der Stahlkonstruktion.

Die Abspannkabel sind in Abständen von 50 m durch eine Isolierzvorrichtung mit Porzellankörpern unterbrochen, welche die Zugkraft der Kabel in eine Druckkraft auf das Porzellan umformen.

Um die elektrische Isolierung vollständig zu machen, ruht die Zugangsleiter zur Mastspitze selbst auf Porzellankörpern, außerdem ist sie in Teilstücke zerlegt, die durch Porzellan miteinander verbunden sind.

### Z u s a m m e n b a u.

Die Maste wurden nach einer Probezusammensetzung in der Werkstatt in Teilstücken zum Versand gebracht. Der Zusammenbau der verschiedenen Teilstücke erfolgte mit Hilfe eines Röhrenmastes von 10 m Höhe, der sich in der Achse des Turmes befand und mit Hilfe von Kabeln an die Eckwinkel angehängt wurde. Dieser Mast wurde im Innern des Turmes von Abschnitt zu Abschnitt verschoben.

Die Stücke wurden mit Hilfe einer Motorwinde gehoben.

Der Mast wurde im Laufe des Zusammenbaues in seiner lotrechten Lage durch Hilfskabel gehalten, deren Spannung mittels Dynamometer geregelt wurde, um schiefe Kräfte auf die Porzellanteile zu verhüten. Sobald dies möglich war, wurden die endgültigen Abspannkabel angebracht, die eine durch Rechnung ermittelte bestimmte Vorspannung erhielten, um die durch Windkräfte auftretenden Schwingungen des Mastes zu vermindern. Diese Spannung wurde durch ein 30-t-Dynamometer überprüft.

#### F u n d a m e n t e.

Das Fundament unter der Drehzapfenplatte besteht aus einer stark bewehrten Betonplatte.

Die in jedem Abspannkabel vorhandene Zugkraft von 30 t wird durch eine Verankerung nach Bauart „Malône“ aufgenommen, die aus einem schiefen Pfahl in der Richtung des Abspannkabels besteht. Die Länge des Pfahles richtet sich nach der aufzunehmenden Zugkraft und nach der Bodenfestigkeit.

Am Fuß des Pfahles wurde durch Sprengung ein kugelförmiger Hohlraum geschaffen, der späterhin, ebenso wie der hohle Pfahl, mit Beton ausgefüllt wurde. Im Beton wurden Eisen eingebettet, an denen die Abspannkabel befestigt wurden.

Das Erdvolumen, das sich zwischen der kugelförmigen Kammer und der Erdoberfläche befindet, spielt somit die Rolle des Massengewichtes.

## VII. Wehranlagen.

### 14. Wehranlage von Chatou (Seine).

Die Verwaltung der Ponts et Caussées hatte einen Wettbewerb für den Neubau einer Wehranlage an einen Arm der Seine in Chatou, unterhalb von Paris, ausgeschrieben und die Ateliers Moisant-Laurent-Savey, die mit der Ausführung derselben beauftragt wurden, haben eine neuzeitliche Anlage geschaffen, die durch die verschiedenen neuen Anordnungen und die Verbesserungen, die sie aufweist, besonders interessant ist.

Die Wehranlage besitzt drei gleiche Öffnungen von 30,50 m lichter Weite. Da die Breite der Pfeiler 4,50 m beträgt, ergibt sich die Gesamtbreite des Wehres zwischen den Ufermauern zu 100,50 m. Die Stützweite der Schütze zwischen den Auflagern ist 32,40 m.

Die Schwellenhöhe der drei Wehröffnungen befindet sich auf Kote 15,50.

Die Wehrabschlüsse für jede Öffnung bestehen aus einer oberen und einer unteren Schütztafel, die in lotrechter Richtung auf mechanischem Wege bewegt werden können. Der obere Schütz ist mit einer Wasserführung versehen und kann im Falle kleinerer Hochwasser heruntergelassen werden, um die Überfallwassermenge zu erhöhen. Im Falle größerer Hochwasser werden dagegen beide Schütze hochgehoben.

Die vollständig gehobenen Schütze lassen die Öffnungen bis zur Kote 31,00 vollkommen frei und gestatten dadurch die Schiffahrt, die zu Zeiten hoher Wasserführung normalerweise bis zur Kote 25,00 vorgesehen ist.

Eine hochliegende Dienstbrücke erstreckt sich auf der Unterwasserseite über das ganze Wehr, sie dient zur Aufnahme der Hebevorrichtungen für die Schütze,

zugleich trägt sie eine der Laufbahnen für einen Doppelbrückenkran, von dem weiter unten noch gesprochen wird.

Um den Verkehr auf der Oberwasserseite der Schützen bei gestautem Wasserspiegel zu ermöglichen, wurden drei bewegliche Laufbrücken vorgesehen, die sich 0,80 m oberhalb des Stauspiegels, der auf Kote 23,22 liegt, auf die Wehrpfeiler und Uferpfeiler abstützen. Diese Laufbrücken, die mit den unteren Schütztafeln gehoben oder gesenkt werden können, geben die Durchlässe bei geöffnetem Wehr vollkommen frei. Sie sollten ursprünglich aus gewöhnlichem Stahl ausgeführt werden, wurden aber dann in Stahl hoher Festigkeit erstellt, um Erfahrungen mit diesem neuen Werkstoff zu gewinnen.

Auf der Oberwasserseite der Schütze sind in den Wehrpfeilern und Uferpfeilern Nuten angeordnet worden, zur Aufnahme eines Dammbalkenabschlusses, der in einem Stück Stahl hergestellt wurde und zum raschen Abschluß der Wehröffnung im Falle der Beschädigung eines Schützes dienen sollte und weiter dessen Herausnahme und Ausbesserung gestatten sollte.

Das Einbringen des Dammbalkenabschlusses erfolgt mittels eines Doppelbrückenkrans, der einerseits auf der unterwasserseitigen Dienstbrücke und anderseits flußaufwärts auf einer Fahrbahn läuft, die von einem Kastenträger in Eisenbeton gebildet wird. Diese beiden Laufbahnen sind auf dem linken Ufer auf der Chatou-Insel durch weitere Träger verlängert, um den normalerweise hier aufbewahrten Dammbalkenabschluß zu holen. Der Doppelbrückenkran kann gleichfalls einen beliebigen Schütz oder eine Laufbrücke aufheben und zur Ausbesserung hier auf dem Abstellplatz absetzen.

Auf der Unterwasserseite des Wehres sind für jede Öffnung Anschläge vorgesehen worden, für die Aufnahme von vier Dammbalken als Abschluß. Diese Dammbalken sind normalerweise auch auf dem Abstellplatz der Chatou-Insel gelagert, ihr Transport erfolgt ebenfalls durch den Doppelbrückenkran.

Wenn der untere und der obere Dammbalkenabschluß in eine Wehröffnung eingesetzt werden, so entsteht dadurch eine Art Schleusenkammer, in welcher es nach Auspumpen des Wassers möglich ist, Ausbesserungen an den Schützen, den Nuten oder an der Wehrsohle vorzunehmen.

Die Antriebe geschehen entweder durch elektrische Winden oder durch hydraulische Winden.

Die unterwasserseitige Dienstbrücke besteht auf drei Öffnungen über die Wehrdurchlässe und einer Öffnung auf der Insel.

Über den Wehrpfeilern befinden sich auf der Dienstbrücke Kabinen, in welchen die hydraulischen Winden untergebracht sind, das Dach und die Vorderwand dieser Kabinen sind wegnehmbar, um den Ein- und Ausbau der Winden mit dem Brückenkran ausführen zu können.

Die obere Brücke besteht aus einem Kastenträger, der ein Gleis von 1,28 m für die Radgestelle des Brückenkrans aufnimmt.

Beide Brücken sind an ihren Enden durch waagerechte Querträger verbunden, die mit ihren Pfeilern zusammen Endportale bilden.

Die Wehrpfeiler und Uferpfeiler sind zwischen den beiden Brücken bis zur Kote 30,50 ausgeschnitten, um den Durchgang der Schütze und des Dammbalkenabschlusses bei deren Transport mit dem Brückenkran zu gestatten.

Die Brückenöffnung über der Insel, auf welcher sich normalerweise der

Brückenkran befindet, hat eine lichte Weite von 35 m, so daß der oberwasserseitige Dammbalkenabschluß oder die Schütze bequem zwischen den Pfeilern auf den Boden abgestellt werden können. Ebenso können auf der Unterwasserseite dieser Öffnung die vier Dammbalken des unteren Abschlusses auf entsprechenden Böcken gelagert werden.

Die Schütze sind nach Stoney-Bauart aus Stahl ausgeführt. Das Gewicht der oberen Schütztafel ist 100 t.

Die lotrechten Pfeilerauflager jedes Schützes sind mit einer Stahlgußlaufbahn versehen, die derart verschraubt und angeordnet ist, daß sie die waagerechte Biegung der Schütztafel unter Wasserdruck gestattet. Diese Bahn stützt sich auf ein Rollengestell ab, das die Drücke auf eine andere in den Beton der Nute eingemauerte Stahlgußbahn überträgt. Das Rollengestell ist an einer Scheibe aufgehängt, die von den zwei Trummen eines Stahlkabels getragen wird, wobei der eine Trumm auf dem Mauerwerk und der andere auf dem Kopf der Schütztafel befestigt ist. Dies ist die klassische Anordnung der Stoney-Schütztafel, bei der die Reibung als Rollreibung auftritt und infolgedessen geringer ist.

Da das Rollengestell sich mit einer Geschwindigkeit bewegt, welche die Hälfte jener vom Schütz ausmacht, tritt beim Heben ein Zustand im oberen Wegteil ein, in dem der Schütz keine Rollenstützung mehr findet und durch feste in das Mauerwerk eingelassene Rollen geführt werden muß.

Auf der Oberwasserseite wird die Führung durch Rollen bewirkt, die an den beiden Enden des lotrechten Auflagerträgers befestigt sind und welche auf einer Bahn von I-Form laufen, die mittels Konsolen im Beton abgestützt ist.

Um das Herausziehen der Schütztafel im Fall von Ausbesserung zu gestatten, ist diese oberwasserseitige Laufbahn in I-Form abnehmbar eingerichtet, um den vorstehenden Rollen des Schützes freien Durchgang zu gewähren, beim Herausheben mit dem Brückenkran.

Die untere Schütztafel ist auf jeder Seite an einer doppelten Stahlkette mit flachen Gliedern aufgehängt. Die beiden Kettentrumme sind am unteren Teil durch einen Hebel vereinigt, der über eine Achse mit dem Auflagerträger des Schützes verbunden ist.

Oben sind die beiden Kettentrumme an die Riegel einer hydraulischen Winde gehängt.

Die obere Schütztafel ist mittels einer starren Stange aufgehängt, die oben an dem lotrechten Auflagerträger befestigt ist, aber im Innern des Auflagers gleiten kann, wenn die Tafel durch die untere Schütztafel bewegt wird.

Diese Stange besitzt oben ein Kopfstück mit Kettenrad für Gallsche Kette, deren einer Trumm unter der oberen Dienstbrücke befestigt ist, während der andere sich auf der Trommel einer mechanischen Winde aufrollt.

Die Hebevorrichtung besteht aus zwei getrennten Anordnungen, die eine nur für das Heben vom oberen Schütz, die andere für das Heben vom unteren Schütz oder für das gleichzeitige Heben der zusammengekuppelten Schütztafeln.

Der Antrieb besteht für den oberen Schütz aus einem Elektromotor von 30 PS, der über eine Querwelle zwei Winden von 100 t antreibt. Die Hubgeschwindigkeit ist 0,20 m in der Minute.

Für die untere Schütztafel besteht die Hebevorrichtung aus zwei hydraulischen Winden von je 175 t Hubkraft.

## VIII. Flugzeughallen.

## 15. Hallen von Bordeaux-Teynac (Fig. 23 und 24).

Die von den Etablissements Daydé auf den Flughäfen Bordeaux-Teynac und Lanvéoc-Poulmic gebauten Stahlhallen sind Teile einer Gesamtanlage von 27 Hallen patentierter Bauweise, deren Ausführung den Forges et Ateliers de Con-

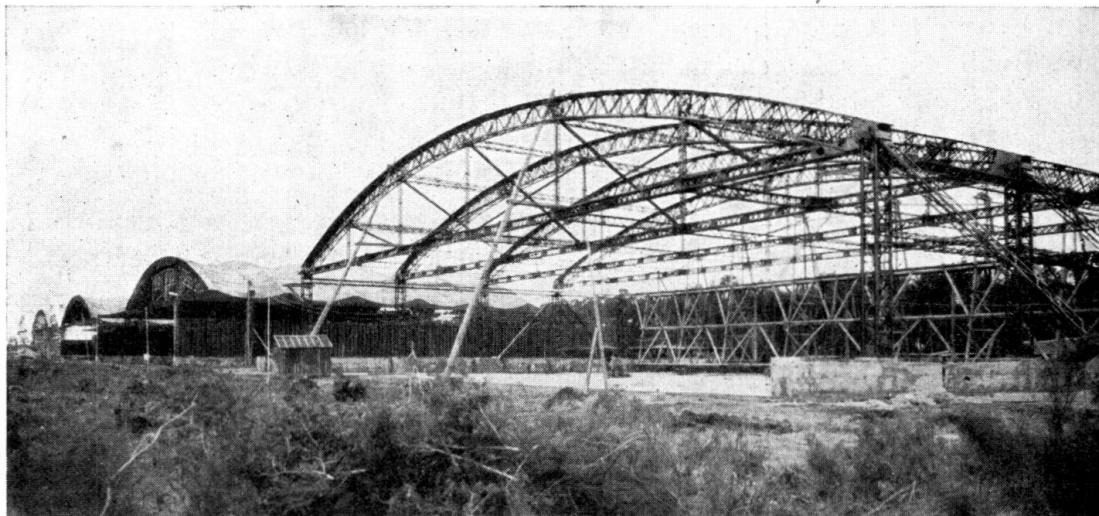


Fig. 23.

Flugzeughallen von Bordeaux-Teynac. Stahlskelett.

struktion Electrique de Jeumont und den Etablissements Daydé übertragen wurde. Sie haben eine Lichtweite von 70 m, eine Tiefe von 66 m in Bordeaux-Teynac und von 55 m in Lanvéoc-Poulmic.

Die freie Höhe beträgt im Innern 10,00 m.



Fig. 24.

Flugzeughallen von Bordeaux-Teynac. Ansicht der fertigen Hallen.

Die Stahlkonstruktion ruht auf Betonfundamenten, die sich 1,50 m über den Boden erheben. Sie besteht für die Halle von 66 m Tiefe aus sechs Zwischenbindern mit Zugbändern von 71 m Spannweite, die im Abstand von 11 m an-

geordnet sind und auf senkrechten Stützen ruhen, zwei Giebelbindern gleicher Spannweite, Querträgern und Windverbänden, einer Dachhaut aus Blech, Stegen und Wandblechen der zwei Längsseiten und des oberen geschlossenen Giebelteiles und aus Rolltüren, die den Abschluß der Hallenöffnung gestatten.

Der Aufbau einer Halle von 55 m ist der gleiche, nur daß einer der Zwischenbinder und ein Hallenfeld von 11 m Länge weggelassen sind.

Die Binder bestehen aus einem Fachwerkträger mit kreisbogenförmiger Achse, dessen Querschnitt ein Rechteck von 1,50 m Höhe und 0,80 m Breite ist.

Die Pfeilhöhe der Bogenachse ist 7,60 m.

Die Zugbänder sind Kastenträger mit den Abmessungen von  $0,50 \text{ m} \times 0,58 \text{ m}$ , deren senkrechten Flächen gitterartig und deren waagerechten Flächen vollwandig ausgebildet sind.

Jedes Zugband ist durch fünf gitterartige Hängestangen mit dem Binder verbunden. Die Zugbänder sind durch fünf knickfeste Kastenträger versteift, die breiter mit den Windverbänden in den Endbindern verbunden sind, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Jeder dieser Bogen mit seinem Zugband ist an seinen Enden durch Gelenkbolzen an zwei Stützen von 9,10 m Höhe angeschlossen. Die eine dieser Stützen wirkt als Pendelsäule, in dem sie die freie Bewegung des Bogens und des Zugbandes unter dem Einfluß der Temperatur und der Belastungen gestattet. Die andere ist durch eine entweder rechts oder links der Halle angeordnete schräge Verstrebung versteift, deren unteres Ende sich in 10 m Entfernung vom Säulenfuß befindet.

Die Abdeckung, die das Neue an diesen Hallen bildet, besteht aus einer selbsttragenden Dachhaut aus Blech von 14/10 mm Dicke. Sie setzt sich aus Streifen von  $2,50 \times 10,20 \text{ m}$  zusammen, die durch Zusammenschweißung von Einzelblechen erhalten wurden.

Jeder Streifen ist mit seinen Enden an zwei aufeinanderfolgende Bogen aufgehängt und hat die Form eines Hyperbelbogens von 1 m Pfeilhöhe, die durch Versteifungsbleche von 0,160 m Höhe aufrecht erhalten wird.

Das Dachwerk besteht auf diese Weise aus einer Folge von gewellten Blechen in der Form von Hyperboloidsegmenten mit einer gemeinsamen zu den Längsseiten der Halle parallelen Achse.

Die von den Blechbändern auf die Bogen ausgeübten Zugkräfte gleichen sich je zu zweien auf den Zwischenbogen aus.

Die Dachhautbleche sind an den zwei Enden einer Halle in den Scheitelschnittkreisen der zwei entsprechenden Hyperboloide aufgefangen. Die Zugkräfte, welche diese Bleche auf die Endbogen ausüben, sind durch fünf Reihen von Abstützungen, die unterhalb der Abdeckung angeordnet sind, ausgeglichen.

Als Windverbände sind zuerst die oberen Gitterträger zu nennen, welche die einzelnen Bogen gegenseitig versteifen.

Die Steifigkeit in Längsrichtung ist durch zwei schräge Verstrebungen erzielt, welche den Kopf des Mittelpfeilers jeder Längsseite mit den Füßen der zwei benachbarten Stützen verbinden.

Der Winddruck auf die Wand des geschlossenen Giebelfeldes und auf die Rolltür wird auf diese Verstrebungen und auf die Mittelstützen mit Hilfe von zwei waagerechten Balken, die gegen die Längsseiten der Halle in der Ebene der

Zugänder abgestützt sind und der zwei Windverbandbalken übertragen, die gegen die Giebel gesetzt sind.

Die Längswände bestehen aus gefalteten Blechprofilen von 14/10 mm Dicke, wobei die Falten 240 mm Höhe besitzen.

Diese Profile ruhen auf niedrigen Eisenbetonmauern von 1,50 m Höhe. Daran schließt sich oben ein verglaster Streifen von 2,70 m Höhe an.

Die Wände des geschlossenen Giebelfeldes sind in gleicher Weise wie die der Längsseiten ausgeführt mit einem verglasten Teil von 35,50 m Länge in demselben.

Die Hallenöffnung wird durch eine Rolltür aus 15 Flügeln von 10 m Höhe verschlossen, deren unteren Laufbahnen in einem Fundament eingelassen und deren oberen Führungsbahnen am Stahlgerüst der Halle befestigt sind.

Diese Hallen sind ganz in Stahl hoher Festigkeit gebaut.

Sie wurden auf Rollgerüsten mit Hilfe eines elektrischen Drehkrans von 3 t Tragfähigkeit und 9,50 m Ausladung zusammengesetzt, wobei dieser Kran selbst auf dem Oberteil des Gerüsts rollte.

Der Zusammenbau einer Halle, die 540 t wiegt, wurde in 24 Tagen ausgeführt.

### 16. Andere Flugzeughallentypen (Fig. 25).

Die Etablissements Delattre & Frouard haben ein neues Bauverfahren für selbsttragende Dachabdeckungen aus Blech geringer Dicke und ohne Tragkonstruktion entwickelt. Drei nach diesen neuen Verfahren entworfene Hallen sind vom Luftfahrtministerium bestellt worden.

#### 1. Allgemeine Merkmale:

Die Nutzfläche (innere Umgrenzung) ist  $67,50 \times 67,50$  m ( $4556$  m $^2$ ).

Die Nutzhöhe ist 8,50 m.

Die Hallen sind vollkommen zerlegbar. Die einzelnen Bauteile sind aus elektrisch geschweißten Blechen und Profilen zusammengesetzt und können miteinander durch Verschrauben verbunden werden.

#### a) Dachabdeckung.

Die Abdeckung besteht aus 15 gleichen Bauteilen, die durchlaufende Träger auf drei Stützen bilden. Die mittlere Abstützung erfolgt durch einen Träger, der auf einer in 22,50 m Entfernung von der Vorderseite stehenden Stütze und auf einer in der hinteren Wand befindlichen Stütze aufliegt. Die äußere Abstützung erfolgt durch die Stützen in der Längswand (ausgeführt aus I.P.N.-Profilen von 220 mm) gebildet. Das Bauelement der Abdeckung ist ein im Halbmesser von 2,10 m aus Blech von 3 mm Dicke gebogenes Halbrohr, mit zwei am Halbrohr angeschweißten seitlichen Rinnblechen. Der Halbkreisbogen ist nicht vollständig ausgebildet (Zentriwinkel 150°, Pfeilhöhe 1,70 m). Die seitlichen Rinnbleche haben 20 cm Breite. Der ganze Bogen hat mit den Rinnblechen zusammen eine Breite von 4,54 m. Jedes abnehmbare Teilstück (von ungefähr 11 m Länge) besteht aus 8 stumpfgeschweißten Blechen. Zwei in ihrer oberen gemeinsamen Mantellinie zusammengeschraubte Teilstücke bilden ein vollständiges Bauelement der Abdeckung. 6 Bauelemente dieser Art bilden einen vollständigen Träger auf drei Stützen. Als Versteifungen dienen gebogene

Winkelprofile von  $40 \times 20 \times 3$  mm, die in Abständen von ungefähr 75 cm auf das Blech aufgeschweißt sind. Jede vierte Versteifung wird durch einen auf das Blech aufgeschweißten Fachwerkbo gen gebildet mit einem Obergurt aus Winkelprofilen  $40 \times 20 \times 3$  und einem Untergurt aus Winkelprofilen  $35 \times 35 \times 3$  und aus Füllstäben von Winkelprofilen  $25 \times 25 \times 3$ , die unter  $45^\circ$  zu den Gurtungen laufen. Die Bauelemente der vorderen und hinteren Front tragen in der Ebene der Rinnbleche Kastenträger, die ein Fachwerk in V-Form bilden und als Windverband dienen.

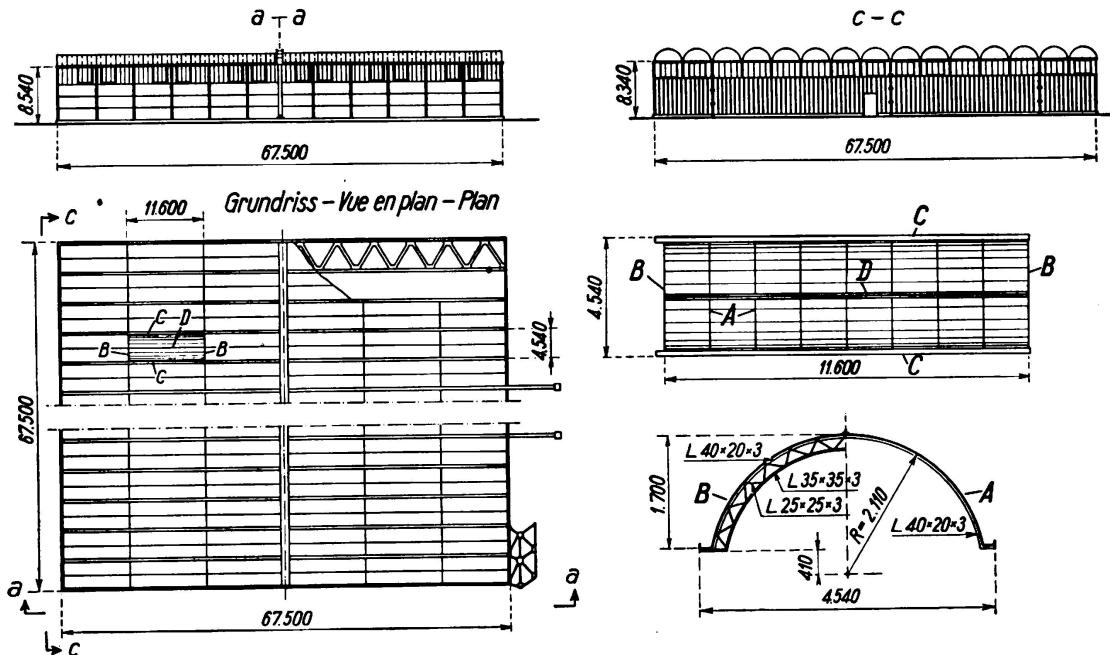


Fig. 25.

Flugzeughallen der Etablissements Delattre & Frouard.

### b) Mittelbalken.

Der Mittelbalken besteht aus zwei Vollwandträgern von 2,10 m Höhe, im Abstand von 80 cm.

Der Steg von 5 mm ist durch Winkelprofile  $60 \times 40 \times 5$  und  $60 \times 60 \times 6$  in Abständen von 30 bis 50 cm verstift. Die Flansche bestehen aus Halb-I-Profilen mit breiten Flanschen von  $280 \times 280$  und sind durch Lamellen verstärkt, die an der Stelle des Maximalmomentes  $260 \times 24$  erreichen.

Die zwei Balken sind einerseits durch die Wölbungen verstift, die durch die Stege durchlaufen (auf die zwei Seiten der Stege aufgeschweißt), anderseits durch Fachwerkrahmen, die im Mittel 4 m auseinander liegen.

Der vordere Pfeiler in V-Form wird von zwei Kastenbalken mit Fußgelenk gebildet. Die hintere Säule mit Kastenquerschnitt ist oben und unten in beiden Richtungen gelenkig gelagert.

### c) Längswände.

Sie sind aus Wellblech von  $8/10$  mm ausgeführt, das auf Profile (I.P.N. 80) befestigt wird, die sich auf die Säulen stützen. Der Oberteil der Längswände ist

auf 2,50 m Höhe durch Fenster verglast, wovon sich  $\frac{1}{3}$  öffnen lassen. Die Längswände werden durch niedrige Eisenbetonmauern von 50 cm Höhe getragen.

d) Allgemeine Stabilität.

Sie wird durch seitliche Abstützungen (Neigung 7/8) erreicht und durch den Mittelbalken, der für die Stabilität in der Längsrichtung sorgt.

e) Tore.

Die Tore bestehen aus einzelnen auf dem Boden rollenden Tafeln, die in einem seitlichen Einstellraum untergebracht werden können. Die Tafeln bestehen aus Falblechen.

f) Gesamtgewicht.

Ohne Rolltüren 283 000 kg oder 62 kg/m<sup>2</sup>.

g) Benutzte Baustoffe.

Die Halle wurde ganz aus Blechen und Walzprofilen in Stahl Ac. 54 (Elastizitätsgrenze 36 kg/mm<sup>2</sup>, Bruchgrenze 54 kg/mm<sup>2</sup>) gebaut. Nur die Wellbleche der Wände ( $\frac{8}{10}$  mm) sind aus Flußstahl.

Text der Figur 5 Seite 1320.

- <sup>1</sup> Elektromotor.
- <sup>2</sup> Benzinmotor.
- <sup>3</sup> Bremse Mégy.
- <sup>4</sup> Elektromagnetische Bremse.
- <sup>5</sup> Zahnräder-Antrieb.
- <sup>6</sup> Zahnräder.
- <sup>7</sup> Motor für die Verriegelung der Brücke.
- <sup>8</sup> Führungslager.
- <sup>9</sup> Verriegelungs-Gestänge.
- <sup>10</sup> Puffer.
- <sup>11</sup> Schlagbaum.
- <sup>12</sup> Verankerungsvorrichtung der gehobenen Brücke.

Zusammenfassung.

Eines der klarsten Merkmale in der Tätigkeit der französischen Stahlkonstrukteure ist die Erforschung und Entwicklung von verbesserten oder neuen Bauweisen, die bei besserer Stahlausnutzung die Gestaltungskosten verringern sollen. Diese Sorge wird in der Veröffentlichung durch Beschreibung neuerer Ausführungen aufgezeigt, die auf verschiedenen Gebieten eine klare Weiterentwicklung der Technik darstellen.

In sieben getrennten Abschnitten beschreibt der Bericht 15 Stahlbauwerke ziemlich genau:

1. *Stahlhochbauten.*

Gebäude der Société Shell in Paris, Medizinische Fakultät in Lille, Kino Rex in Paris, neue Citroën-Werke in Paris.

**2. *Genietete Brücken.***

Klapprücke in Dünkirchen, Brücke in Moissac, Viadukt in La Rochelle-Pallice.

**3. *Geschweißte Brücken.***

Brücke bei der Porte de La Chapelle in Paris, Brücke in Soissons, Brücke in Neuilly.

**4. *Verschiedene Bauwerke.***

Eisenbahn-Fährbrücke in Dünkirchen, Helling in Lorient.

**5. *Masten.***

Rundfunkmasten der P.T.T.

**6. *Stauwehre.***

Wehr in Chatou (Seine).

**7. *Flughallen.***

Halle in Bordeaux-Teynac, Flughallen mit selbsttragenden Blechen.