



Abb. 5. Fahrbares Baugerüst.

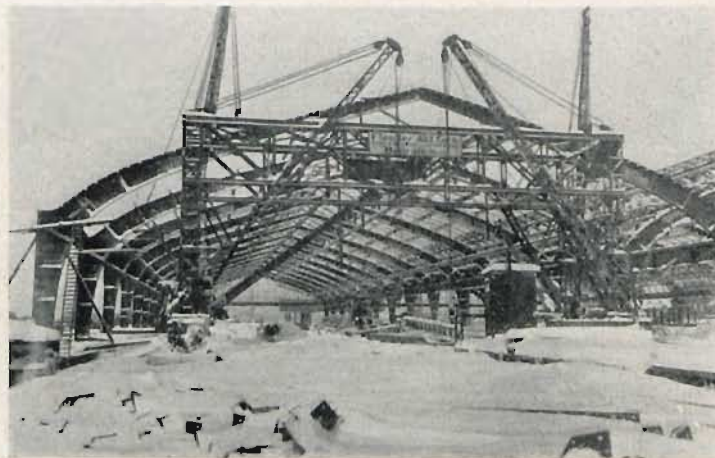


Abb. 6. Trotz Schnee und Kälte wird montiert.

Nach den Weisungen der Reichsbahndirektion sind die Hallen berechnet, konstruiert und geliefert worden von der FLENDER-Aktiengesellschaft für Eisen-, Brücken- und Schiffbau in Düsseldorf-BENRATH, welche in Ostpreußen und dem benachbarten Auslande laufend Stahlkonstruktionen errichtet und welche schon im Jahre 1905 die bekannten großen Bahn-

steighallen des Hamburger Hauptbahnhofes gebaut hat, die auch heutige Schönheitsansprüche noch befriedigen.

Das kittlose Oberlicht wurde in der Bauart Claus Meyn (Frankfurt-Main) ausgeführt. Auf Wunsch der Reichsbahndirektion wurden einige ostdeutsche Firmen an der Lieferung von glatten Stahlkonstruktionen mit beteiligt.

DIE GESCHWEISSTE STRASSENBRÜCKE BEI LOWICZ, POLEN.

Von Dr.-Ing. Stefan Bryla, Professor an der Technischen Hochschule Lemberg.

Die Konstruktion der ersten geschweißten Brücke in Europa und der ersten geschweißten Straßenbrücke überhaupt in der Welt wurde bei Lowicz (Polen) während des großen Frostes im Winter 1928/29 beendet. Das polnische Ministerium für öffentliche Arbeiten — unter Minister Moraczewski und dem Direktor des Straßendepartements Nestorowicz — nahm den Vorschlag des Verfassers an und ließ die genannte Brücke in elektrischer Schweißung ausführen. In der ganzen Konstruktion ist kein Niet vorhanden.

Die Brücke bei Lowicz ist eine Straßenbrücke erster Klasse; sie befindet sich auf der Hauptstraße Warschau—Posen—Berlin und überbrückt den Fluß Sludwia. Die theoretische Spannweite der Brücke beträgt 27,00 m. Nach den Vorschriften des polnischen Ministeriums für öffentliche Arbeiten vom Jahre 1925 wurde die Breite der Brücke zwischen den Hauptträgern zu 6,20 m angenommen, wovon $2 \times 0,4 = 0,8$ m auf die Schrammborde entfallen; die Fußwege auf den Außenseiten der Hauptträger sind je 1,50 m breit.

Belastungen und statische Berechnung der Brücke.

Die Belastung der Straßenbrücken I. Klasse besteht nach den erwähnten Vorschriften aus einer Dampfwalze mit $2 \times 6 + 8 = 20$ t Gewicht bei 6,00 m Länge und 2,50 m Breite. Vor und hinter der Brücke stetige Belastung von 500 kg/m^2 . Um die Belastung, die auf die ganze Breite der Brücke „B“ entfällt, zu bestimmen, multipliziert man die Belastung des 2,50 m breiten Streifens mit dem Koeffizienten $\varphi = 0,4$ B bei $B < 5,00$ m, und $\varphi = 1 + 0,2 P$ bei $B > 5,00$ m. Bis zu $B = 5,00$ m steigt also die Belastung proportional der Breite der Brücke, bei $B > 5,00$ m steigt sie langsamer.

Die Fußwege sind für eine Belastung mit Menschengedränge von 500 kg/m^2 berechnet.

Die Querträger wurden als teilweise eingespannte Balken berechnet.

Die Stabkräfte wurden mittels Einflußlinien ermittelt, um die ungünstigste Stellung der Belastung zu berücksichtigen.

Die Druckstäbe berechnete man nach Knickformeln von Tetmajer-Jasinski.

Der Baustoff.

Der Baustoff der Brücke ist Stahl von der Festigkeit 3700 bis 4200 kg/cm^2 . Die zulässigen Spannungen wurden nach den Vorschriften des Ministeriums für öffentliche Arbeiten angenommen, und zwar für Hauptträger $k = 950 + 3 l = 981 \text{ kg/cm}^2$, für die Brückentafel $k = 815 \text{ kg/cm}^2$.

Das Schweißen.

Die Vorschriften für die geschweißte Konstruktion wurden von der Soudure Electrique Autogène (Brüssel) und dem Verfasser zusammengestellt und vom Ministerium für öffentliche Arbeiten genehmigt. Diese Vorschriften, die ersten amtlichen Vorschriften für geschweißte Konstruktionen, seien kurz angeben:

Die Elektroden sollen aus Flußeisen von $K = 3700 - 4200 \text{ kg/cm}^2$ gefertigt werden, wenigstens 0,1% Kohlenstoff und 0,25% Mangan enthalten und folgende Proben bestehen:

a) Auf Zugfestigkeit: Die Probestücke werden in der in Abb. 1 u. 2 angegebenen Weise vorbereitet. Die Zugfestigkeit soll mindestens 80% der des Konstruktionsstoffes, d. i.

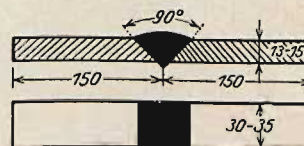


Abb. 1.

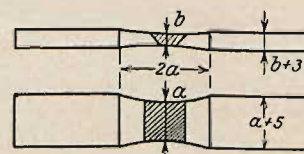


Abb. 2.

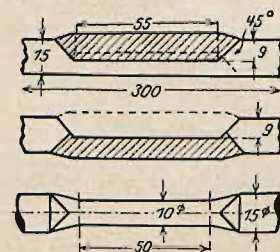


Abb. 3.

$0,8 \times 3700 = 2960 \text{ kg/cm}^2$ betragen. Es sollen drei solche Proben ausgeführt werden.

b) Auf Dehnung: Auf dem Flacheisen $300 \times 60 \times 15 \text{ mm}$, das 9 mm tief eingeschnitten wird (Abb. 3), wird eine Schicht

des Metalls der Elektrode angebracht; dann wird das Probestück gewendet, in den aufgelegten Elektrodenstoff eingeschnitten und wieder ausgefüllt. Aus diesem Probestück werden drei runde Stäbchen $d = 10$ mm angefertigt. Die Dehnung soll wenigstens 15% betragen (eine Probe).

c) Auf Biegung: Flacheisen $120 \times 70 \times 15$ bis 17 werden in der Mitte geschweißt (Abb. 4). Beim Umbiegen bis 180° nach Abb. 5 sollen keine Risse entstehen (drei Proben).

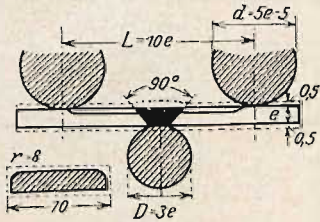


Abb. 4.



Abb. 5.

d) Auf Abscherung der Nähte: Die Probestücke bestehen aus Flacheisen, die an die Bleche mittels rechteckiger Nähte $t \times t = 5 \times 5, 10 \times 10, 15 \times 15$ mm, 5 cm lang befestigt werden (Abb. 6). Der Querschnitt der Flacheisen soll so angenommen werden, daß er die Kraft S überträgt, und zwar für

$t = 5$ mm	$S = 12$ t	$W_s = 1000$ kg/lf. cm
$t = 10$ mm	$S = 20$ t	$W_s = 1800$ „
$t = 15$ mm	$S = 28$ t	$W_s = 2400$ „

$W_s =$ minimale Festigkeit der Nähte auf Abscheren in kg/cm (je drei Proben = $3 \times 3 = 9$ Proben).

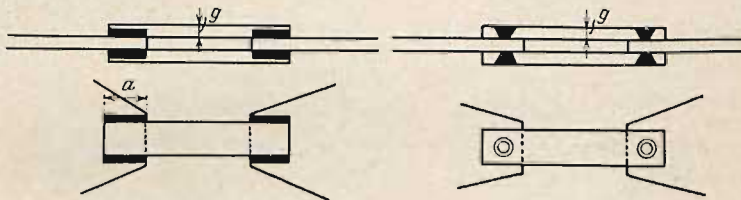


Abb. 6.

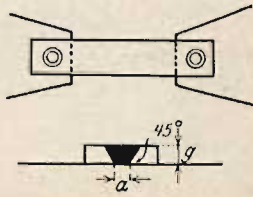


Abb. 7.

e) Auf Abscherung bei Lochschweißung: Die Proben sollen eine Kraft S übertragen, die von der Dicke des Flacheisens δ und dem Durchmesser d abhängig ist (Abb. 7). Es soll sein für

$\delta = 8$ mm	$d = 8$ mm	$S = 1000$ kg	$S_s = 750$ kg
$\delta = 10$ „	$d = 10$ „	$S = 1400$ „	$S_s = 1100$ „
$\delta = 12$ „	$d = 12$ „	$S = 2000$ „	$S_s = 1600$ „
$\delta = 15$ „	$d = 14$ „	$S = 3000$ „	$S_s = 2500$ „

$S_s =$ minimale Festigkeit der Lochschweißung (je 2 Proben, zusammen $2 \times 4 = 8$ Proben).

Die ausgeführten Versuche haben ergeben:

- a) Zugfestigkeit — 9 Versuche — von 3610 kg/cm² bis 4240 kg/cm² im Mittel 3920 kg/cm²,
- b) Dehnung — 6 Versuche — von 15,0 bis 23,2% im Mittel 20,1%
- c) Biegung — 3 Versuche — Ergebnisse waren ausreichend,
- d) Abscherung der Nähte
Naht 5×5 mm — 6 Versuche — im Mittel 1142 kg/cm²
Naht 10×10 mm — 6 „ — „ „ 1845 „
Naht 15×15 mm — 6 „ — „ „ 2420 „
- e) Abscherung bei Lochschweißung
Blechdicke 8 mm — 3 Versuche — im Mittel 6300 kg*
„ 10 „ — 3 „ — „ „ 6000 „
„ 15 „ — 3 „ — „ „ 11700 „

* Diese Zahl ist sehr hoch infolge eines Probestückes, das eine ungewöhnlich hohe Festigkeit zeigte.

Prüfung des Schweißers: Jeder Schweißer soll a) drei der oben beschriebenen Biegeproben mit den vorher ausgeprobten Elektroden und b) drei Abscherungsproben mit gutem Erfolg ausführen.

Die ganze Brücke wurde mit umhüllten Elektroden Arcos-Tensilend, von der Soudure Electrique Autogène (Brüssel) verfertigt, geschweißt, welche sich sehr gut bewährt haben.

Die Schweißnähte wurden auf Abscheren nach der Formel von Bryla berechnet:

$$K_s = (K_o - \mu t) \cdot t \text{ kg/cm}$$

für $K_o = 640$ und $\mu = 80$

$$K_s = (640 - 80 t) \cdot t \text{ kg/cm}$$

was z. B. bei einer Naht 6×6 mm bedeutet:

$$K_s = (640 - 80 \cdot 0,6) \cdot 0,6 = 355 \text{ kg/cm.}$$

Als Beispiel berechnen wir die Schweißung der Diagonale 1'—2 (Knotenpunkt 2). Stabkraft der Diagonale $D = 56\,500$ kg. Der Stab ist aus zwei \square -Eisen NP. 30 zusammengesetzt. Bei einer rechtwinkligen Naht 6×6 mm brauchen wir für ein Profil die ganze Länge der Naht $L = \frac{1}{2} \cdot \frac{56\,500}{355} = 83$ cm. Geschweißt wurde die Naht auf der Länge $L = 104$ cm; die Spannung beträgt also $\sigma = \frac{28\,250}{104} = 270$ kg/cm.

Die Brückenkonstruktion.

Die Brückenhauptträger sind als parabolische Gitterträger ausgeführt (Abb. 8). Die theoretische Spannweite beträgt



Abb. 8.

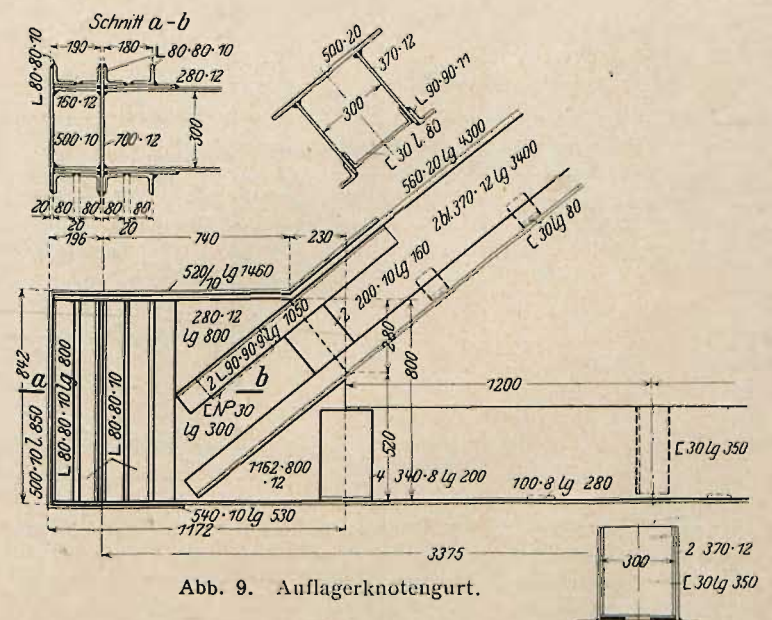


Abb. 9. Auflagerknotenung.

$L = 27,00$ m, die größte Höhe in der Mitte $H = 4,30$ m.
Folglich: $\frac{H}{L_0} = \frac{4,3}{27,00} = \frac{1}{6,28}$.

Die Stäbe (Abb. 9 bis 11) sind aus Blechen, Winkeleisen und Walzeisen zusammengesetzt. Die beiden Gurte sind TT-förmig und nur mit Blechen ausgeführt. Der Abstand der beiden Stehbleche beträgt 300 mm; ihre Höhe 370 mm, ihre Dicke 12 mm. Die obere Gurtplatte besteht aus einem horizontalen Bleche 500 × 20 bis 560 × 29 mm, die untere Gurtplatte aus 2 Blechen je 100 × 12 bis 250 × 18 mm mit einem Abstände von 70 — 100 mm zur Abführung des Wassers. Die Obergurtstäbe wurden durch Winkeleisen 90 × 90 × 11 verstärkt. In der Querrichtung wurden die Gurte mittels L-Eisen NP. 30 versteift. Die Diagonalen bestehen aus zwei nach außen gewendeten L-Eisen NP. 30, die Vertikalen aus 4 Winkeleisen 80 × 80 × 8 und einem Bleche 280 × 12 mm. Der Auflagerknoten

förmigen Blechen angeschweißt sind (Abb. 13). Diese Bleche dienen nicht nur zur besseren Befestigung der Längsträger, sondern auch zur Versteifung der Querbalken. Die trapezförmigen Bleche der äußeren Längsbalken, die höher liegen als die inneren, sind mit waagerechten Blechen versteift (Abb. 14). Alle Stöße der Bleche sind mittels Stoßschweißung verbunden. Da man aber die Festigkeit der Stoßschweißung nur zu 75% der Festigkeit des Stahles angenommen hat, wurden auf der Baustelle zur Deckung der Stöße noch Laschen aufgeschweißt.

Die Windverbände bestehen aus Winkeleisen 70 × 70 × 7 und sind an die horizontalen Knotenbleche angeschweißt.

Die Montage der Brücke.

Die Zusammenschweißung der Teile der Brücke fand in der Fabrik Rudzki in Minsk Mazowiecki statt, in Zusammenarbeit mit Schweißern der Fa. Soudure Electrique Autogène (Brüssel).

Um mit den Blechen die nötigen Profile auszuführen, hat man besondere Bügelformen verfertigt, die die Bleche in der gewünschten Lage festhalten. Diese Bügel wurden an den zu schweißenden Stäben in einem Abstände von ungefähr 1 m befestigt. Sie sind aus Rundeisen von 20 mm Dmr.

hergestellt, die entsprechend umgebogen und mit dreieckigen Knotenblechen und Winkeleisen zusammenschweißt wurden (Abb. 15 bis 17).

Die Montage der Brücke erfolgte auf einer provisorischen hölzernen Brücke. Alle Teile der Konstruktion wurden mittels eines hölzernen Kranes an Ort und Stelle gebracht.

Zuerst montierte und schweißte man die Brückentafel, dann die Hauptträger. Um das Schweißen zu erleichtern, hat man alle Teile mittels Laschen verbolzt.

Nachdem die Schweißung zu Ende geführt war, füllte man alle Montagelöcher aus, nicht allein wegen des besseren Aussehens, sondern auch, um das Rosten zu verhindern.

Das Schweißen dauerte insgesamt 1100 Stunden in der Werkstatt und 900 Stunden auf der Baustelle.

Die vorgeschriebene Probelastung der ausgeführten Brücke, die im Sommer 1929 durchgeführt wurde, hat folgende Ergebnisse gezeigt:

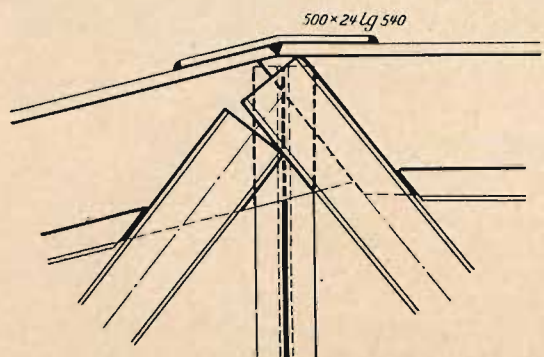


Abb. 10. Obergurtknoten.

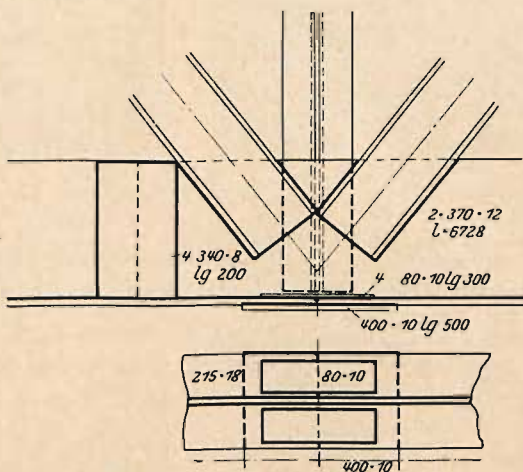


Abb. 11. Untergurtknoten.

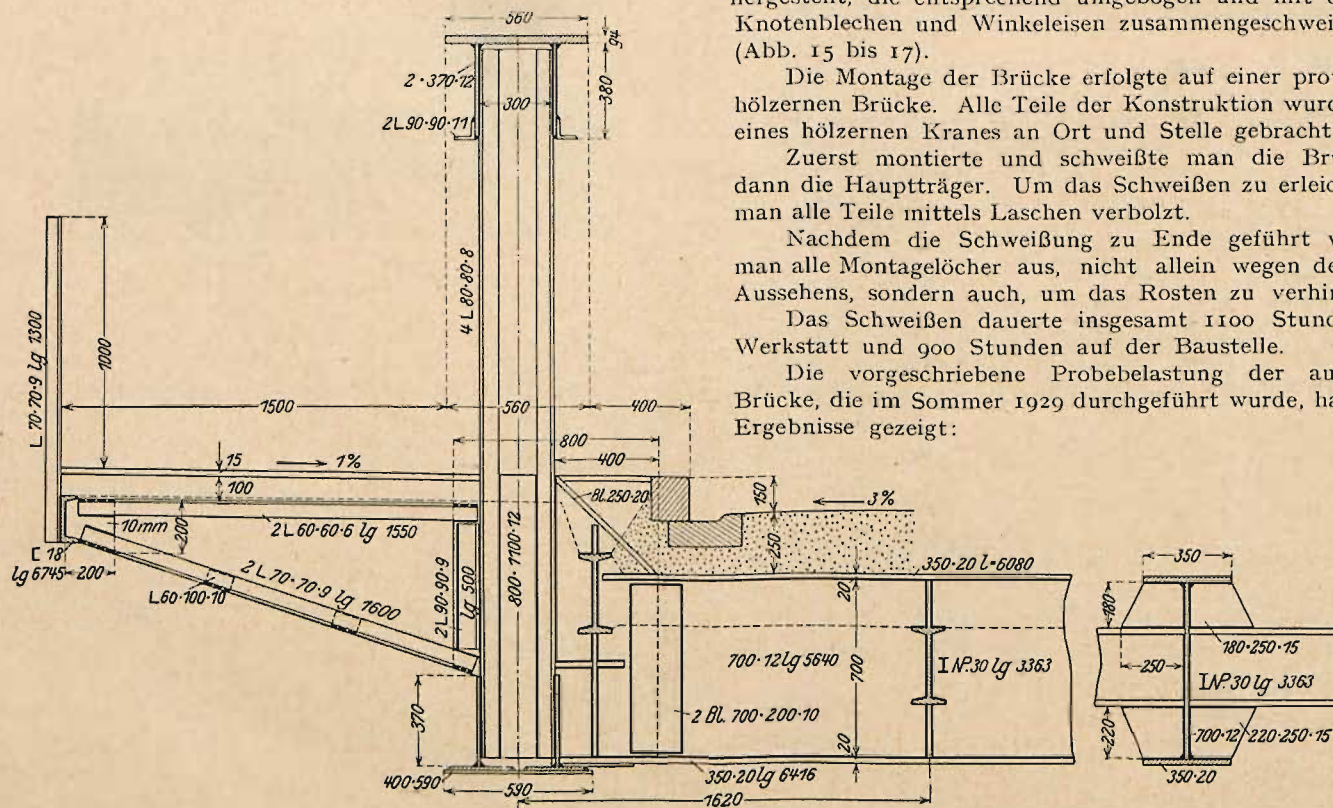


Abb. 12.

ist sehr stark ausgebildet; die 12-mm-Bleche wurden mit Winkeleisen 80 × 80 × 10 verstärkt.

Die Querträger (Abb. 12) bilden Stehbleche 700 × 12 und Gurte 350 × 20 mm ohne Winkeleisen. Die Verbindung mit den Vertikalen stellen trapezförmige Bleche her, an die Gurtplatten angeschweißt sind.

Als Längsträger wurden Walzeisen I Nr. 30 benutzt, die an die Querträger stumpf stoßen und außerdem mit trapez-

- a) Ruhende Belastung: 1320 kg/m² auf einer Länge von 6,00 m und auf der ganzen Breite der Brücke, und 500 kg/m² auf der ganzen restlichen Oberfläche der Brücke:
 - federnde Durchbiegung bis 6,0 mm
 - bleibende Durchbiegung 1,8 „
- b) Dynamische Belastung mit einer Dampfwalze:
 - federnde Durchbiegung 1,7 mm

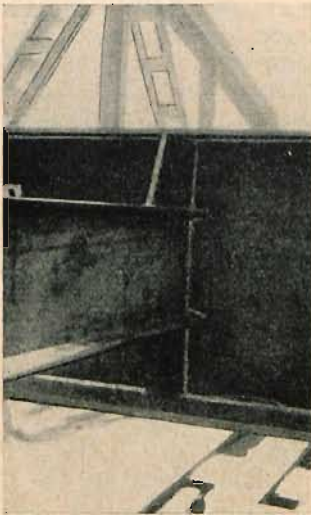


Abb. 13.

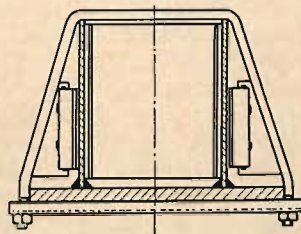


Abb 15. Obergurt.

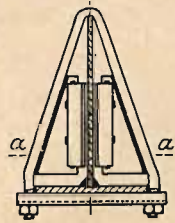


Abb. 16.
Untergurt.

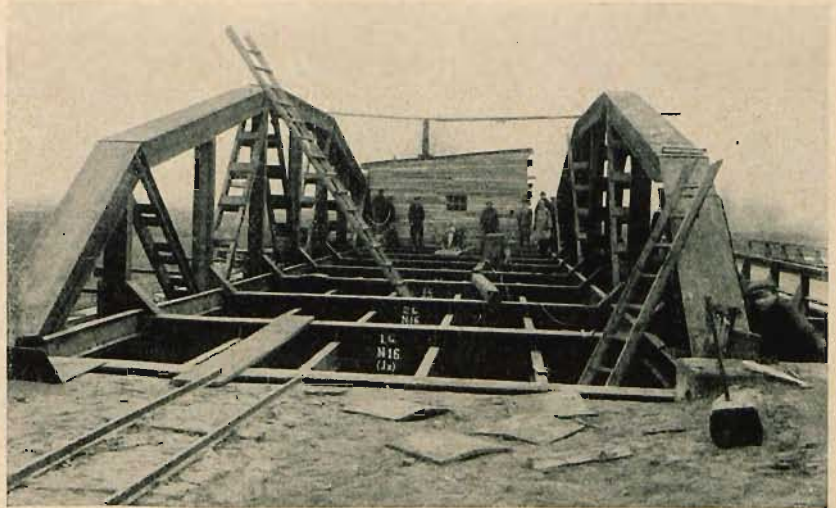


Abb. 18.

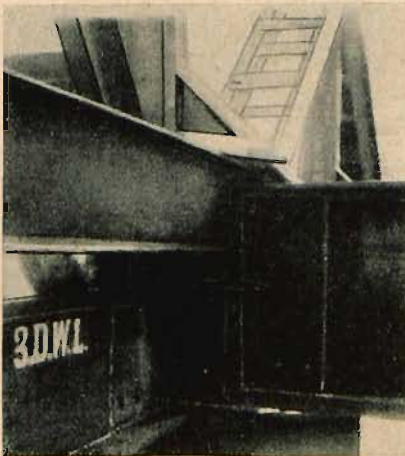


Abb. 14.

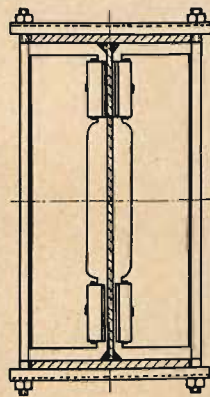


Abb. 17.
Querträger.



Abb. 19.

Das Gesamtgewicht der geschweißten Konstruktion beträgt 59 t, während das Gewicht der genieteten Konstruktion auf 70 t veranschlagt wurde. Man hat also am Gewicht der eisernen Konstruktion über 20% erspart. Da man aber die nötigen Einrichtungen für die elektrische Schweißung wegen dieser Brücke installieren mußte, stellte sich der Preis für ein Kilogramm geschweißter Konstruktion höher als für genietete Konstruktion. Im ganzen waren also die Ersparnisse sehr gering. Das wird nicht so bleiben. Die Brückenwerkstätten haben jetzt nur Einrichtungen für genietete Konstruktionen und sind an alte Methoden der Arbeit gewohnt, können also nicht ebenso niedrige Preise für geschweißte wie für genietete Konstruktionen einsetzen. Doch kann man schon jetzt sicher sein, daß der Preis für geschweißte Konstruktionen fallen wird und diese daher mehr und mehr in Anwendung kommen werden.

Der Entwurf der Brücke stammte vom Verfasser, der auch die Aufsicht während der Montage und Schweißung der Brücke hatte.

Die Bauführung in der Werkstätte lag in den Händen der Herren Ing. Dolinski, Jasinski und Lozinski, auf dem Bauplatz in den Händen von Ing. Skwierczynski. Die Schweißungen wurden von der Firma „La Soudure Electrique Autogène“ ausgeführt.

DIE NEUE EISERNE MOLE IM HAFEN VON PUNTARENAS.

Von Dipl.-Ing. Hans Schott, Dortmund.

Übersicht: Nach ausführlicher Begründung der Notwendigkeit des Molenbaues wird zunächst die gesamte Anlage im allgemeinen besprochen und es wird eine kurze Darstellung der wesentlichsten Konstruktionselemente gegeben. Danach werden die Hauptteile der Anlage, Zugangsbrücke und Pier, in ihrem konstruktiven Aufbau erläutert. Anschließend werden das Einschraubgerät für das Eindrehen der Pfähle beschrieben und die hauptsächlichsten Arbeitsvorgänge bei dem Einbau der Pfähle dargestellt. Zum Schluß wird noch der Ursprung der Lieferungen, insbesondere der Eisenkonstruktionslieferung, festgestellt.

Puntarenas, der westliche Endpunkt der Bahn, welche die pazifische Küste Costa Ricas mit seiner atlantischen verbindet,

ist dank der günstigen Lage am Golf von Nicoyas der gegebene Hafenplatz an der Westküste des Landes. Denn die dem Golf vorgelagerte gleichnamige Insel bricht alle schweren Sturmfluten, so daß diese die Bucht von Puntarenas nicht erreichen. Allerdings sind die Ufer sehr flach; daher war hier schon in früheren Jahren eine Mole errichtet worden, um den ankommenden Dampfern eine Anlegestelle zu schaffen. Sie war jedoch im Laufe der Zeit in Verfall geraten, ihre Pfähle waren teilweise gerissen, die Tragbalken gebrochen, so daß ihre Benutzung gefährlich wurde und sie für den Umschlag der immer schwerer werdenden Güter nicht mehr in Frage kam: Bis vor kurzem