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

Band: 2 (1936)

Artikel: Erfahrungen bei ausgeführten Bauwerken in Rumänien

Autor: Miklósi, C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-2709

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: 13.12.2025

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

III d 10

Erfahrungen bei ausgeführten Bauwerken in Rumänien.

Observations sur les ouvrages exécutés en Roumanie.

Experience obtained with Structures Executed in Roumania.

Dr. C. Miklósi,
Directeur de l'Usine Electrique et des Tramways de Timişoara.

1. Seit einigen Jahren hat die Schweißtechnik in Rumänien in steigendem Maße Verwendung gefunden, und zwar auch bei Bauwerken von größerer Bedeutung. Von den verschiedenen Verfahren hat vor allem die Lichtbogenschweißung große Verbreitung gefunden, wenngleich die anderen Verfahren, beispielsweise die Widerstandsschweißung und die Autogenschweißung, ebenfalls Aussichten haben; letztere genießt ja auch den Schutz der karbid- und sauerstoffherstellenden Industrie.

Die rumänische Industrie verwendet die Schweißung in größerem Maße beim Bau von Eisenbahnfahrzeugen, vor allem für die vor kurzem eingeführten Triebwagen. Ferner wurden hierzulande zahlreiche elektrische Maschinen, Generatoren und Transformatoren, in geschweißter Bauart hergestellt. Auch durch die Petroleumindustrie wird die Schweißtechnik gefördert, denn sie verwendet Destillationstürme von 26 bis 30 m Höhe mit Durchmessern bis zu 4,5 m und 20 mm Wanddicke. Bei den Türmen für das Spaltverfahren (cracking) beträgt die Wanddicke bis zu 50 mm.

Nach dieser kurzen Aufzählung gehen wir auf das eigentliche Thema dieses Berichtes über, nämlich auf die in geschweißter Bauart hergestellten Brücken und Hochbauten; aber bevor wir bei bestimmten Beispielen verweilen, wollen wir einige grundsätzliche Fragen erörtern, deren Klärung sich die rumänische Stahlindustrie bis zum heutigen Tage angelegen sein ließ.

2. Bis vor etwa 10 Jahren hatte die Industrie noch mit dem Mißtrauen zu kämpfen, das der Schweißtechnik entgegengebracht wurde, weil völlig irrige Ansichten über den Widerstand gewisser Baukonstruktionen gegen häufig wiederholte Belastung herrschten. Unter diesen Anwendungen der Schweißtechnik wollen wir insbesondere die lichtbogengeschweißten Schienenstöße erwähnen. Es wurde versucht, die Verbindung dadurch herzustellen, daß eine Schweißnaht zwischen Schienenlasche und Schienenkopf, bzw. Schienenfuß gelegt wurde, was bekanntlich völlig verfehlt war, und die Schuld an dem Mißerfolge wurde dem Verfahren, d. h. der Lichtbogenschweißung in die Schuhe geschoben.

3. Dies geschah jedoch mit Unrecht, denn es konnte später[1] durch Versuche

[1] Dr. C. Miklósi, Prof. C. Teodorescu; Beitrag zur Kenntnis der Verschweißung von Schienen. — Wiss. Veröff. der Techn. Hochsch. Temesvar, 1926. — Bericht für den III. Intern. Kongreß für Straßen- und Schmalspurbahnen, Budapest 1925.

nachgewiesen werden, daß bei Stoßverbindungen der fraglichen Art sehr hohe Spannungsspitzen auftraten, und zwar vorzugsweise im unteren Teil des Einschnittes zwischen den beiden zusammenstoßenden Schienen. Der Übergang vom Querschnitt der Schiene samt der Laschen auf den nur von den Laschen gebildeten Querschnitt war völlig unvermittelt, was übrigens, wenn auch in nicht so hohem Maße, auch an den Enden der Schienenlaschen festgestellt werden konnte. Die Verfolgung dieser Gedankengänge führte zum Schluß, daß die Ursache des Versagens in der konstruktiven Anordnung, nicht aber in dem technischen Verfahren zu suchen sei.

4. Auf Grund der aus den Versuchen gewonnenen Feststellungen versuchte man, den Einschnitt, vor allem am Schienenfuß, fortfallen zu lassen oder ihn wenigstens auszugleichen; an der erwähnten Stelle war im vorliegenden Falle die Beanspruchung eine besonders große, da es sich um auf Schwellen verlegte Strecken handelte. Die gewählte Lösung bestand: 1. in der Anordnung einer Stahlplatte zwischen den vorher ausgefrästen Schienenköpfen, 2. darin, daß die zusammenstoßenden Flächen unter genügenden Druck gesetzt wurden und 3. in der Anordnung einer Platte unter den Schienenfüßen, die durch Schweißnähte

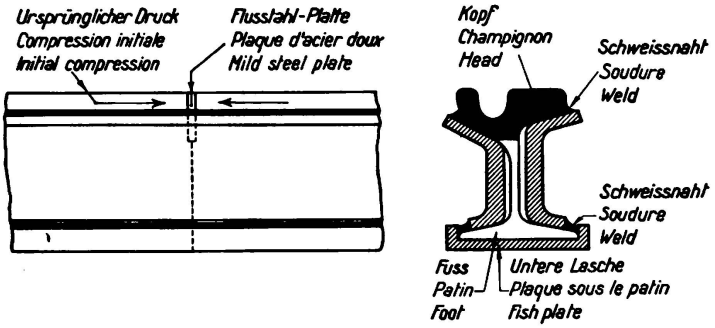


Fig. 1.
Schienenstoß mit angeschweißten Laschen, mit Kerbe zwischen den Schienen.

mit dem Schienenfuß verbunden wurde. Es ergab sich daraus eine Verbindung gemäß Fig. 1, bei der der untere Einschnitt durch die erwähnte Platte überdeckt wurde; was den unvermittelten Querschnittsübergang zwischen den Schienenköpfen betrifft, so wurde er durch den erzeugten Anfangsdruck fast wirkungslos gemacht. Der Übergang zwischen dem Querschnitt der Laschen bzw. der unteren Platte und der Schiene blieb nach wie vor unvermittelt.

Diese konstruktive Maßnahme hatte einen gewissen Erfolg, denn die nach dieser Methode ausgeführten Stoßverbindungen haben bis jetzt der Beanspruchung von mehr als 2 Millionen darüber fahrender Achsen standgehalten ohne zu brechen. Hierdurch wird also bestätigt, welche Bedeutung die ungleichmäßige Verteilung der Spannungen oder genauer ausgedrückt, die Ausbildung eines dreiachsigen Feldes lokalisierter Spannungen vom Standpunkte der Festigkeit der geschweißten Konstruktionen gegen häufig wiederholte Beanspruchungen besitzt.

5. Ein solches dreiachsiges Feld kann sich nicht nur bei unvermitteltem Querschnittsübergang ausbilden, dessen klassischer Fall durch einen Kerbeinschnitt dargestellt wird, sondern auch dann, wenn zwischen die zu verbindenden Teile ein Metall eingeschweißt wird, dessen Eigenschaften von denen des Grundstoffes abweichen. Der Verfasser hat den Fall herausgegriffen, in dem das zwischengeschweißte Metall geringere Festigkeit als das Grundmetall hat. Zu dem Zweck

wurde zwischen zwei runde Stäbe aus hartem Stahl mit 70 kg/mm² Bruchfestigkeit eine Platte aus weichem Stahl von 37 kg/mm² Bruchfestigkeit eingeschweißt. Die Schweißung wurde zwischen genau ausgerichteten Flächen aufgetragen, die vorher poliert und mit einer Alkohol- und Ätherlösung gereinigt worden waren; nachdem die Schweißstelle unter einen Druck gesetzt worden war, der einen einwandfreien Kontakt gewährleistete, wurde sie an die Sekundärseite des Schweißumformers gelegt, so daß die Temperatur auf 1000°C gebracht wurde. Die so erhaltene Schweißung fiel einwandfrei aus.[2]

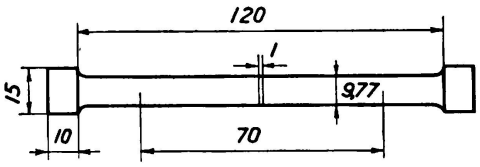


Fig. 2.
Zug-Probestab mit dünner eingeschweißter Schicht.

6. Es lassen sich an eine solche Schweißstelle wichtige Betrachtungen knüpfen. Beim Zugversuch mit dem in Fig. 2 dargestellten Prüfkörper[3] wurde eine Zugfestigkeit von 65 kg/mm² gefunden, die also um nur wenig geringer ist als die des harten Stahls; die bleibende Formänderung setzte bei einer Spannung von 43,5 kg/mm² ein, was der Streckgrenze des harten Stahles entspricht; endlich trat der Bruch in einer zur Zugrichtung senkrechten Ebene im Zwischenmetall ein. Daraus folgt, daß dieses Metall unter der Wirkung eines dreiachsigen Spannungsfeldes nachgegeben hatte, wobei eine dieser Spannungen auf die äußere Kraft, die beiden anderen auf das Vorhandensein des härteren Metalls zurück-

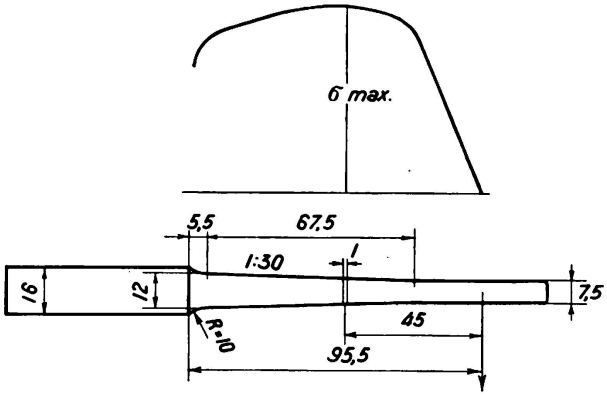


Fig. 3.
Dauerbiegeprobe mit rotierendem Stab mit dünner eingeschweißter Schicht.

zuführen waren; letzteres hat in der Tat, indem es das Zusammenziehen der Weichstahlplatte zu verhindern suchte, die fraglichen Querspannungen auf dieselbe übertragen. Eine bleibende, auf das Gleiten zurückgehende Formänderung ist nur im harten Stahl und zwar in dem Maße aufgetreten, das von dem Wert der Kohäsion der zwischengeschweißten Schicht bestimmt wurde, so daß eine Dehnung von 5,1% hervorgerufen wurde; diese Dehnung wurde auf einer Strecke zwischen Marken, die gleich dem 7-fachen des Durchmessers war, ge-

[2] A. Rejtö: Die Grundgesetze der Mechanik vorübergehender und dauernder Formänderungen und ihre Anwendungen. — Zeitschr. der ungarischen Akademie, 32, 1913, Heft 3.

[3] Ir. St. Inst. Welding Symposium 1933, II, 645.

messen. Letzten Endes ist eine dünne Schicht aus weichem Werkstoff, die zwischen zwei Schichten aus härterem Material gelegt wird, einem Kerbeinschnitt gleichzusetzen, der Spannungsspitzen hervorruft. So setzt das Vorhandensein des Metalles geringerer Festigkeit nicht nur die statische Festigkeit bedeutend herab, sondern wirkt sich in derselben Weise wie ein Einschnitt ungünstig aus, wenn die betreffende Schweißung wiederholter Beanspruchung ausgesetzt wird, denn in diesem Falle handelt es sich darum, der örtlichen Zerstörung eines Gebildes zu widerstehen, was gewisse plastische Eigenschaften und genügende Kohäsion an der gefährdeten Stelle voraussetzt.

7. Um diese Tatsache durch den Versuch zu erhärten, hat der Verfasser rotierende Prüfkörper nach Fig. 3 auf Wechselfestigkeit geprüft. Die Stahlplatte mit 43 kg/mm² Zugfestigkeit wurde zwischen zwei Stücke aus Hartstahl mit 79 kg/mm² Zugfestigkeit eingefügt. Der Prüfkörper war konisch ausgebildet

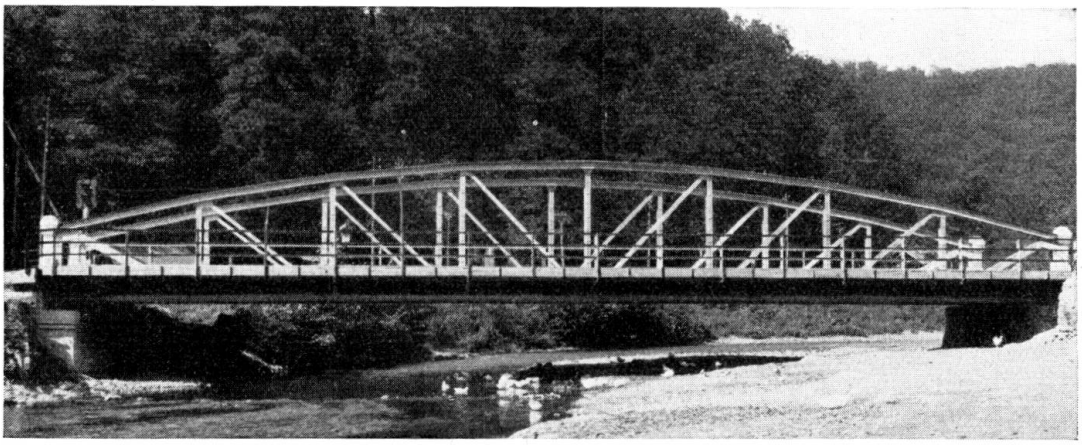


Fig. 4.
Gesamtansicht einer Straßenbrücke hergestellt von den Stahlwerken in Reşita.

und die Platte wurde an der Stelle der Höchstbeanspruchung angeordnet, wo die Kurve der Beanspruchungen sehr flach verlief. Der Bruch erfolgte in der Platte nach den folgenden Umdrehungszahlen:

Beanspruchung in kg/mm²: 29,2 28,0 25,2 23,3 21,9; Anzahl der Umdrehungen 228000 430000 2304000 5760000 10080000. Daraus ergibt sich, daß die Festigkeit gegen wechselnde Belastung 21,9 kg/mm² beträgt, d. h. ungefähr so groß ist wie der Wert, der den Werkstoff der Platte kennzeichnet. Der Einfluß der Platte auf die Wechselfestigkeit ist also entgegengesetzt wie beim statischen Zugversuch.

Ist der Werkstoff der zwischengelegten Platte härter als der der ursprünglich vorhandenen Stücke, so werden die plastischen Eigenschaften des ersteren gebessert, und zwar als eine Folge davon, daß er einem Querdruck ausgesetzt wird;[4] dann verliert das Grundmetall an plastischen Eigenschaften, wenn auch in geringerem Umfange, woraus sich ergibt, daß man gut daran tut, mit einem etwas härteren Metall als die zu verbindenden Teile zu schweißen.

[4] Karman: Festigkeitsversuche unter allseitigem Druck. Z. d. V. D. I. 55, 1911, 1749.

Nach diesen Betrachtungen wollen wir einige Bauwerke aus dem Gebiete des Brücken- und Hochbaues beschreiben.

8. Fig. 4 zeigt eine Ansicht der 1931 vom Stahlwerk Reşita gebauten Straßenbrücke. Ihre Spannweite beträgt 30 m und das Gesamtgewicht des verwendeten St. 42 36 t.

9. Für das Kraftwerk Crozâvesti der Stadt Bukarest wurde im Zuge des Kühlwasserumlaufes, zwischen den Kondensatoren und den Kühltürmen, eine oberirdische Wasserleitung gebaut. Dieser 80 m lange Kanal wurde 7,5 m über Boden verlegt; sein quadratischer Querschnitt von 2×2 m genügt für die jetzige Fördermenge von 4,15 m^3/sek. Das Gesamtgewicht des verwendeten Stahles ist 54 t. Fig. 5 zeigt den Kanal während des Baues.

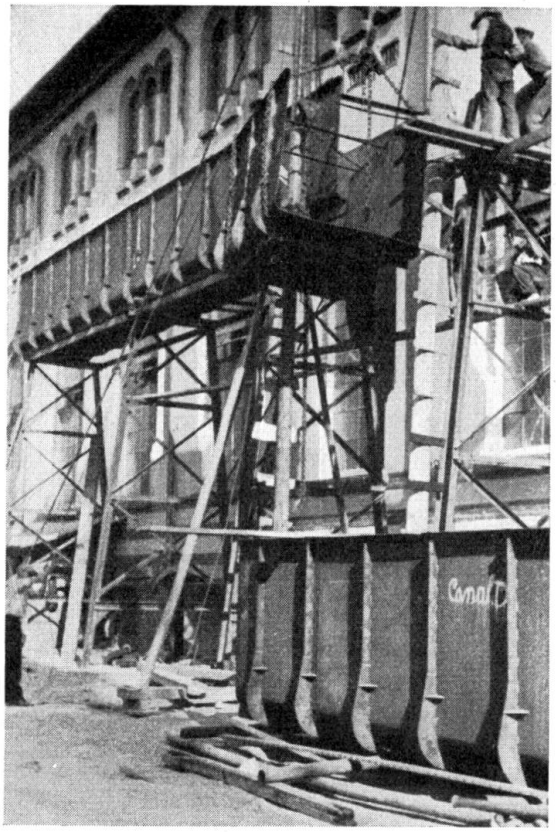


Fig. 5.
Aquaedukt in der Montage im Werk Grozăvesti.

10. Ein weiteres Beispiel bildet das neue Kesselhaus des Kraftwerkes Temesvar, das 1936 gebaut wurde und zwei Kessel umfaßt. Hier wurde zur geschweißten Konstruktion gegriffen, weil sie vom Standpunkte einer in zwei Richtungen vorgesehenen Erweiterung wichtige Vorteile bietet hinsichtlich der Anpassungsfähigkeit an spätere, bei der Projektierung noch nicht vorauszusehende Bedürfnisse.

Das Stahlgerät besteht aus drei Hauptbindern, von denen jeder aus einem Zweigelenkrahmen und einem gelenkig angeschlossenen einhüftigen Rahmen besteht. Die Höhe der Binder beträgt 15,90 bis 17,40 m, die Spannweite 14 m bei den Hauptbindern und 4,40 m bei den einhüftigen Rahmen. Die Binder sind in Abständen von 7,50 m angeordnet (Fig. 7). Der Windverband besteht aus mehreren wagrechten Trägern in der Ebene der Außenwände und aus einem

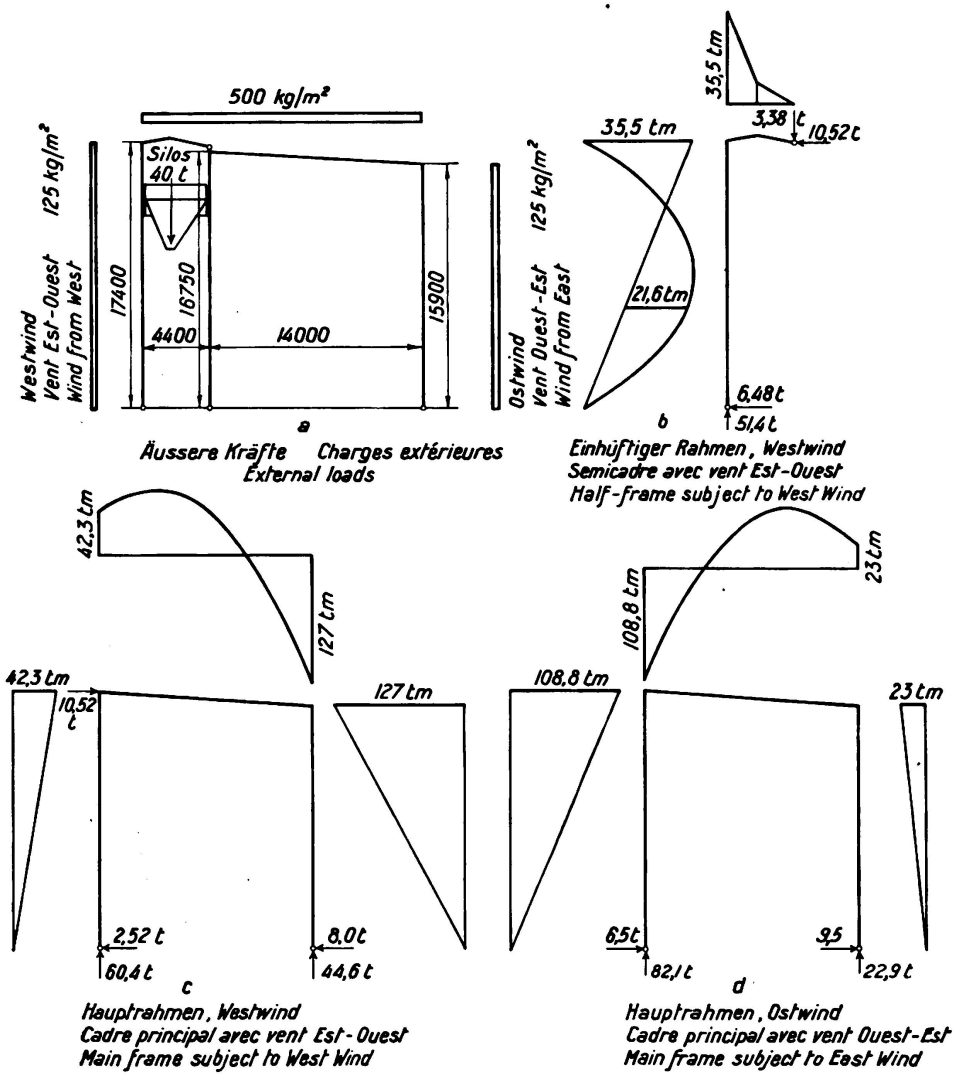


Fig. 6.

Kesselhaus im Werk Timişora. Auflagerkräfte und Biegungsmomente.

einzigen Träger zwischen den inneren Pfosten vor denen die Bedienungsbühne liegt. Die Kohlenbunker befinden sich im oberen Teile dieser Bühne.

Die Außenwände sind 20 cm dicke Stahlfachwerkwände, die wagrechten Träger übertragen den Winddruck auf die Binder. Bei der Bemessung hat man folgende Belastung zugrundegelegt: Gewicht des Daches einschließlich Schnee- und zufälliger Belastung 500 kg/m², Winddruck 125 kg/m², zwei Bunker zu je 40 t.

Der verwendete Stahl St. 37 wurde mit ummantelten Elektroden verschweißt, mittels deren Metall mit folgenden Eigenschaften aufgetragen wurde; Streckgrenze 40,8 kg/mm², Bruchfestigkeit 50,1 kg/mm², Dehnung (l/d = 5) 21 %, Einschnürung 47 %, Kerbschlagfestigkeit (Mesnager Prüfkörper) 10,1 kg/cm².

Bei diesen Werkstoffen könnte man auf Zug folgende Beanspruchungen zulassen:

Für das Grundmetall (Stahl) 1 400 kg/mm².
Bei Stumpfschweißung 1 050 kg/mm².

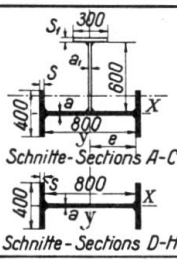
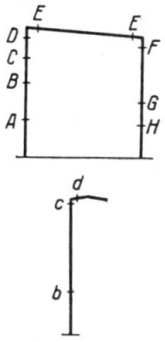
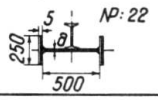
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Nº		Querschnitte Profils Cross sections	Zeichen Désignation Designation	Höhe über dem Fundament Hauteur au dessus de la fondation Height above foundation level	S cm²	$J_{max.}$ cm⁴	J/e_{max} cm³	S cm	a cm	s' cm	a' cm	Druck Compression Compression N t	$\sigma = \frac{N}{S}$ kg/cm²	Biegung Flexion Bending M tm	$\sigma = \frac{M}{J/e}$ kg/cm	Schema Schéma Type
1	Äusserer Hauptrahmen Cadres principaux extrêmes Main frame		A	4,55	250	174000	4300	1,0	1,0	1,0	1,0	82,1	328	28	650	
2			B	9,25	360	312700	7600	2,0	1,0	2,0	1,0	82,1	228	58	763	
3			C	12,75	540	478000	11500	3,0	1,5	4,0	1,0	82,1	152	81	705	
4			D	15,50	320	456000	11000	3,0	1,0			52,1	163	99	900	
5			E		240	312700	7600	2,0	1,0			8,05	335	67	882	
6			F	14,70	320	456000	11000	3,0	1,0			44,60	139	118	1073	
7			G	7,75	240	312700	7600	2,0	1,0			44,60	186	60	790	
8			H	4,15	240	174000	4300	1,0	1,0			44,60	186	31	720	
9	Einhüft. Rahmen Semicadre Half frame		b	6,35	202	60000	2260	1,5	1,0			51,38	254	21,6	955	
10			c	16,275	237	85000	3120	2,2	1,0			21,38	90	29,0	930	
11			d		237	85000	3120	2,2	1,0			10,524	44,5	30,5	976	

Fig. 7.

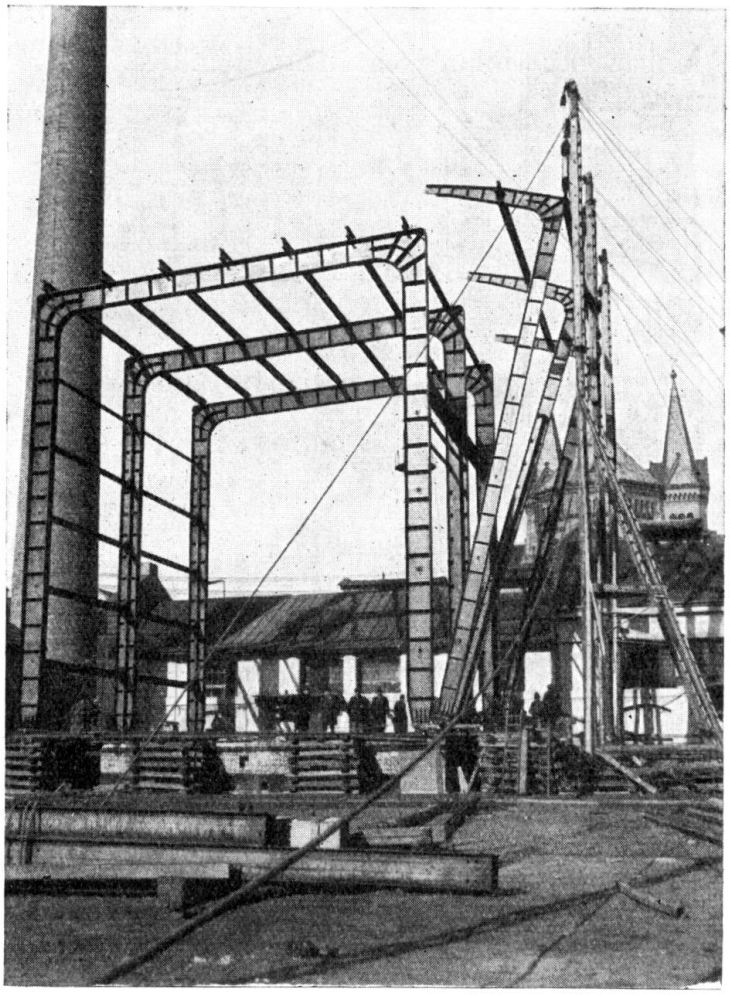


Fig. 8.
Kesselhaus im Werk Timişora. Aufstellen der einhüftigen Rahmen.

Fig. 6 und 7 zeigen die Kräfte und den Verlauf der Biegemomente, wobei die entsprechenden Beanspruchungen in den Tabellen I und II verzeichnet sind.

Da es sich um ein Bauwerk handelt, das nahezu unveränderlicher Belastung ausgesetzt ist, wurde für die stumpfgeschweißten Träger ein unvermittelter Übergang zwischen Teilen mit verschiedener Flanschdicke ohne stufenweise Herabsetzung der Stärke des dicksten Flansches angenommen. Desgleichen wurde Kreuzschweißung zwischen Einzelteilen des Steges zugelassen. Endlich wurden auf die durch Transport- und Montagefragen begründete Bitte der bauausführenden Firma zwei Schraubenverbindungen an jedem Zweigelenkrahmen zugelassen. Bei den einhüftigen Rahmen wurde je eine Montageschweißung vorgesehen.

Das Stahlgewicht des Bauwerkes beträgt 144 t, was sich wie folgt verteilt:

3 Zweigelenkrahmen	47,20 t
3 einhüftige Rahmen	12,00 t
9 Stützen mit Lagern	0,87 t
Windverband:	
a) zwischen inneren Vertikalstäben	2,77 t
b) an den Außenwänden	7,34 t
Dachpfetten	11,81 t
Fachwerk der Wände	48,07 t
Kohlenbunker	14,26 t

Fig. 8 zeigt den Einbau der einhüftigen Rahmen mittels durch Stahlseile verspannter Schwenkmasten.