

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

Band: 2 (1936)

Artikel: Erfahrungen bei ausgeführten Bauwerken in Jugoslawien

Autor: Lancoš, N.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-2706>

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: 25.01.2026

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

III d 7

Erfahrungen bei ausgeführten Bauwerken in Jugoslawien.

Observations sur les ouvrages exécutés en Yougoslavie.

Experience obtained with Structures Executed in Yugoslavia.

N. Lancoš,

Ingenieur, Sektionschef, Belgrad.

Die neue Bauweise konnte sich anfangs in Jugoslawien schwer durchsetzen, weil der größte Auftraggeber, der Staat, den größten Teil seines Bedarfes an Stahlkonstruktionen aus Deutschland als Sachleistungslieferung bezog. Demzufolge hatte er sehr wenig Aufträge für die einheimische Industrie übrig, die für genietete Bauweise sehr gut eingerichtet, nur einen kleinen Teil ihrer Leistungsfähigkeit ausnützen konnte und deshalb die Schweißtechnik nur für Nebenarbeit und vom theoretischen Standpunkte aus verfolgte. Zwar hat der Vorkämpfer der geschweißten Bauweise in Polen, Prof. Bryla, seit 1928 die Fachkreise auf die theoretischen Grundlagen der neuen Bauweise, ihre Vorteile und in Polen ausgeführte Bauten in einer Serie von Aufsätzen im „Tehnički list“ aufmerksam gemacht; die neue Bauweise wurde aber erst im Jahre 1931 in größerem Maßstabe angewendet.

Die ausländische Entwicklung zwang auch die einheimischen Werke, sich mit der Schweißtechnik eingehender zu befassen und diese im eigenen Betriebe einzuführen. Neben Dachkonstruktionen für Spannweiten bis zu 25 m wurden Kessel, Behälter, Maste, Rohrleitungen usw. mittels Schweißung hergestellt (Fig. 1).

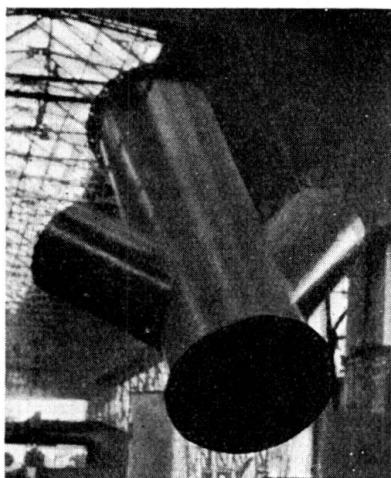


Fig. 1.
Elektrisch geschweißte Rohr-
abzweigung.

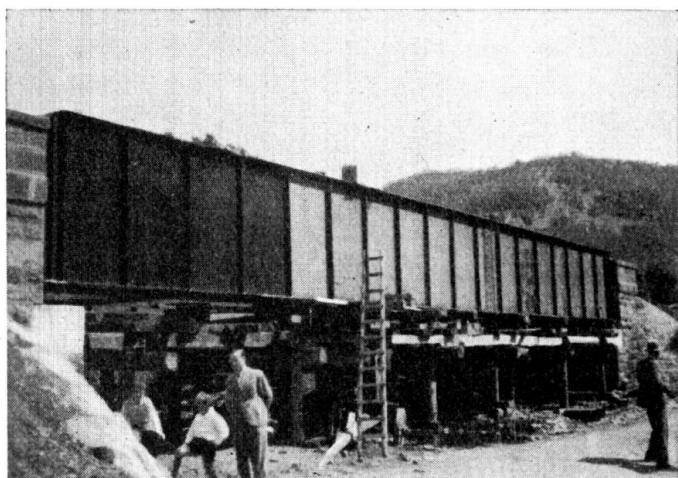


Fig. 2.
Grzabrücke.

Die bevorstehende Einstellung der Sachleistungen und die von Jahr zu Jahr knapper gewesenen Mittel, bewogen zunächst das Bautenministerium, die Möglichkeiten der Einführung der neuen Bauweise für öffentliche Bauten, besonders hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Ausführungsmöglichkeit in den einheimischen Werkstätten, zu prüfen. Der erste Versuch wurde anfangs 1932 mit einer kleineren Brücke im Zuge der Staatsstraße Paraćin-Zaječar, für die der Unterbau schon vorhanden war, gemacht. Die Fig. 2 zeigt die Abmessungen und die Einzelheiten dieser Brücke, die als vollwandiger Blechträger von 24,72 m zur Ausführung gelangte. Die konstruktive Durchbildung lehnt sich an die zu der Zeit übliche an. Die Fahrbahn wird durch zwischen den Querträgern gespannte Eisenbetongewölbe gebildet, deren Schub mit Hilfe von Zugstangen in die Auflager geleitet wird. Durch ihre Steifigkeit ersetzt sie den unteren Windverband. Die Brücke wurde für die Belastung für Brücken I. Kl. nach DIN 1072 berechnet; der Bemessung und konstruktiven Durchbildung lagen DIN 1073 und 4100 zugrunde. Die Brücke ist aus St. 37 erstellt; für die Lichtbogenschweißung wurden Seelenelektroden Böhler-B-Elite verwendet. Das Gewicht der Brücke beträgt 32,16 t. Die gelegentlich der Probobelastung gemessenen Spannungen stimmten mit den gerechneten sehr gut überein und die elastische Durchbiegung betrug 13,05 mm.

Auf Grund der gesammelten Erfahrungen übernahm die Firma Sartid-Smederevo im folgenden Jahre die Ausführung der Brücke über die Brnjica auf der Banalstraße Golubac—Dobra, deren Hauptabmessungen durch den vorhandenen Unterbau für eine stählerne Sachleistungsbrücke von 30 m l. W. gegeben waren. Da auch Lösungen in Eisenbeton zugelassen waren, entschloß sich die Firma, die Brücke in hochwertigem Stahl auszuführen. Die Fig. 3 zeigt uns die



Fig. 3.

Brücke über den Brujica Fluß.

Abmessungen und Einzelheiten dieser Brücke, die als Parabelträger von 31,20 m Stützweite und 3,90 m Systemhöhe ausgebildet worden ist. Die Gurtungen und die Diagonalen sind aus U-Profilen gebildet, die Querträger sind vollwandig und die Fahrbahn ist gleich derjenigen der Grzabrücke. Die Ausbildung des Fachwerkes lehnt sich eng an diejenige der genieteten Ausführungen an. Die Berechnung und Dimensionierung erfolgte auf Grund der deutschen Vorschriften DIN 1073 und 4100 für eine Belastung mit 18 t Dampfwalze, 12 t Lastwagen

und 460 kg/m^2 Menschengedränge. Die Brücke ist mit Ausnahme der Vertikalen in St. 52 ausgeführt, für die, um das erforderliche Trägheitsmoment zu erhalten, St. 37 verwendet werden mußte. Als Elektroden wurden verwendet: für St. 52 Seelendraht Böhler-B-Elite 18 und für St. 37 und die Dichtungsnähte Seelendraht Böhler-B-Elite. Das Gewicht der Stahlkonstruktion samt Lager beträgt 29,485 t. Die anlässlich der Probebelastungen gemessenen Stabspannungen stimmten gut mit den gerechneten überein. Die Durchbiegung betrug nur 6 mm gegenüber der rechnungsmäßigen von 22 mm und verschwand nach der Entlastung vollständig.

Auch im westlichen Teile unseres Landes wurden im Jahre 1933 geschweißte Brückenkonstruktionen ausgeführt.

Im Auftrage der Stadt Maribor hat die Splošna stavbena družba eine Stahlbrücke über den linken Arm des Dravaflusses zur Verbindung des städtischen Inselbades mit dem festen Ufer errichtet. Die Brücke ist ein Fachwerkgerberträger von $21,42 + 61,20 + 21,42$ m Stützweite. Die Gelenke befinden sich in den ersten Knotenpunkten der Seitenöffnungen neben den Strompfilern. Die Mittelöffnung ist als genieteter, durch einen Stabbogen verstieifter Fachwerkträger ausgeführt, die beiden Schleppträger sind zur Gänze geschweißte Fachwerke.

Im Jahre 1934 wurde der Brückenbauanstalt Sartid die Lieferung und Aufstellung der Brücke über die Stara Reka im Zuge der Banalstraße Gostivar—Kičev—Bitoli in Südserbien übertragen. Es handelt sich um eine kleine Brücke von 18,90 m Stützweite, 5,40 m Hauptträgerabstand, die als Trapezparallelträger von 2,50 m Systemhöhe ausgebildet worden ist (Fig. 4). Der Ober-

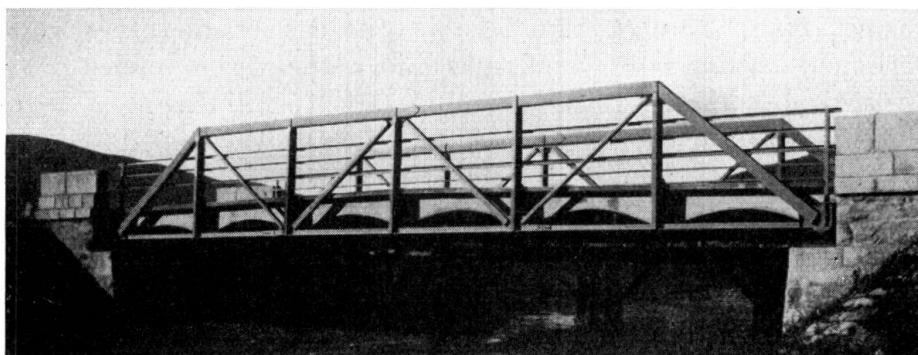


Fig. 4.
Brücke über die Stora reka.

gurt und die Diagonalen erhielten einen Kastenquerschnitt, gebildet aus zwei U-Eisen, deren zueinandergekehrte Flanschen durch Schweißung verbunden sind. Die Gurtungen der vollwandigen Querträger sind aus U-Eisen gebildet worden mit nach unten gekehrten Flanschen. Diese Ausbildung befähigt die Querträger, die Horizontalschübe der Fahrbahn, die gleich derjenigen der Brücken über die Grza und Brnjica ausgebildet ist, aufzunehmen. Die Berechnung und Durchbildung erfolgte nach DIN 1073 und 4100 für die Belastung der Straßenbrücken II. Kl. (18 t Dampfwalze). Die Haupt- und die Querträger wurden in St. 52, die Vertikalen in St. 37 ausgeführt. Als Schweißdrähte wurden die Seelenelektroden Böhler-B-Elite 18 und KV verwendet. Das Gesamtgewicht des Stahlüberbaues

beträgt 10,408 t. Die Probebelastung ergab eine elastische Durchbiegung von 9,5 mm, gegenüber der berechneten von 13 mm.

Die günstigen Ergebnisse mit der geschweißten Bauweise im Brückenbau bewogen die Firma Sartid, auf ihrer Werft in Smederewo einen Donauschleppkahn in ganz geschweißter Bauweise herzustellen. Die Fig. 5 zeigt uns die Einzel-

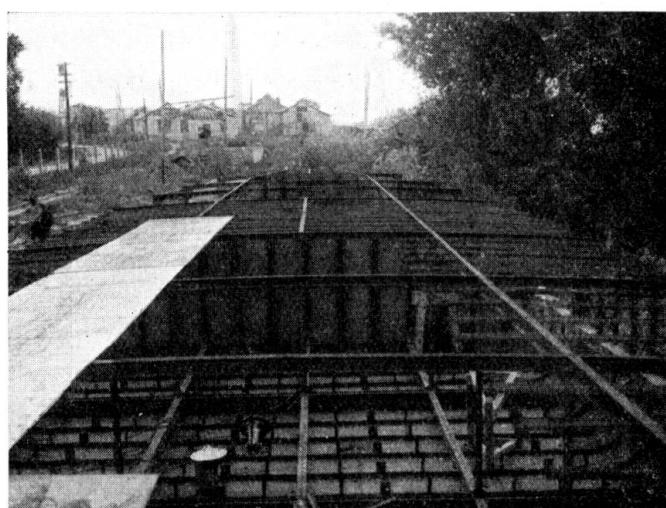


Fig. 5.
Donauschleppkahn.

heiten dieses Schleppkahn, dessen Tiefgang unbeladen 0,3 m, bei 60 Waggon Nutzlast 1,9 m, bei 67,8 Waggon Nutzlast 2,1 m und dessen Laderraum der drei Magazine 755 m^3 beträgt. Sämtliche Profile des Traggerippe wurden nach den Forderungen der Schweißtechnik ausgebildet. Die Verbindungen der einzelnen Bleche (Außenhaus 5 mm, Deck 4,5 mm stark) erfolgten in Anbetracht der geringen Blechstärken nach Vorschriften des Büro „Veritas“ durch ca. 20 mm breite Überlappung. Als Schweißdraht wurde auf Grund eingehender Versuche die blanke Elektrode „EV-37-Braun“ der Westphälischen Union Hamm verwendet. Wenn wir das Eigengewicht dieses geschweißten Schleppkahn demjenigen in genieteter Ausführung von gleicher Tragfähigkeit gegenüberstellen, so kommen wir zum folgenden Ergebnis:

	geschweißt	genietet	Ersparnis
Schiffskörper	71 t	107 t	33,5 %
Inventar und Ausrüstung	7 t	7 t	—
Holzeinrichtung	15 t	15 t	—
Verschiedenes	1 t	1 t	—
Insgesamt:	94 t	130 t	27 %

d. h. der Tiefgang des geschweißten Schleppkahn ist bei derselben Nutzladung geringer, was beim niedrigen Wasserstand vom wirtschaftlichen Standpunkt von großer Bedeutung ist. Dieser erste vollständig geschweißte Donauschleppkahn ist seit 1. Mai 1935 ununterbrochen im Verkehr. Während dieser Zeit erlitt er gelegentlich eines Sturmes eine Havarie, bei welcher die Seitenwand bei einer vertikalen Schweißnaht eingedrückt wurde, ohne daß die Schweißnaht den geringsten Schaden erlitten hätte.

Die bei den vorher beschriebenen Bauten gesammelten Erfahrungen und Studien der bis dahin erschienenen ausländischen Vorschriften und Versuchsergebnisse bewogen das Bautenministerium, im Jahre 1934 eigene Vorschriften für geschweißte Stahlbauten zu erlassen, die die einheimischen Verhältnisse berücksichtigen und die neue Bauweise fördern sollen. Sie sind mit den neuen polnischen Vorschriften beinahe identisch und sind unter Mitwirkung von Prof. Dr. Bryla entstanden. Sie enthalten nur das, was Vorschriften unbedingt enthalten müssen und meiden alles, was in Handbücher oder Erläuterungen gehört.

Die günstigen Ergebnisse, die das Bauministerium mit der geschweißten Bauweise erzielte und die die Leistungsfähigkeit der einheimischen Werke erwiesen, bewogen auch das Verkehrsministerium, aus seiner Zurückhaltung herauszutreten und die neue Bauweise für Eisenbahnbrücken einzuführen. Der erste Versuch wurde mit der eingeleisigen Unterführung der Tratinska-Straße in Zagreb gemacht, welche im Spätherbst 1934 an die Splošna stavbena družba in Maribor vergeben wurde. Gleich den bestehenden Straßenunterführungen in Zagreb wurde auch diese als Rahmenbrücke über drei Öffnungen mit Gelenken in den Seitenöffnungen ausgeführt. Die allgemeine Anordnung der Unterführung ist aus Fig. 6 ersichtlich. Die Anzahl der Stöße mußte sich nach den von ein-

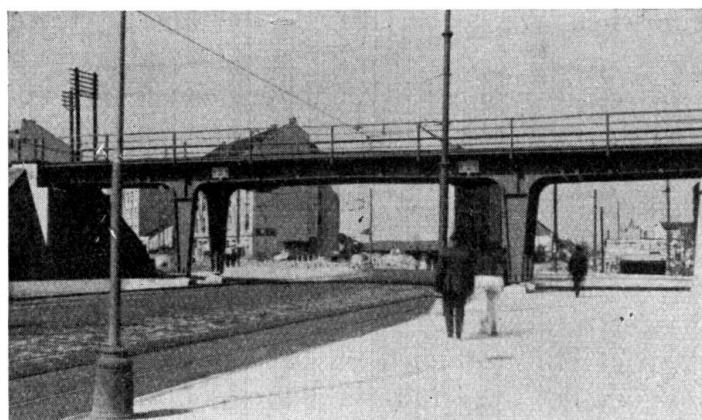


Fig. 6.

heimischen Walzwerken lieferbaren Blechabmessungen richten. Der Rahmenriegel wurde in der ganzen Länge in der Werkstätte zusammengeschweißt, der Montagestoß in die Rahmenfüße verlegt, in dem die Stehbleche gegen ein rechtwinklig zur Stehblechebene durchgestecktes Blech stoßen, mit dem sie durch Kehlnähte verbunden sind. Die Ausbildung der Montagestöße erfolgte derart, daß die Überkopfschweißungen auf das unbedingt erforderliche Maß herabgesetzt wurden. Die Kontinuität der Walzlängsträger ist durch auf die Fahrbahntafelbleche aufgeschweißte Kontinuitätsplatten gewährleistet. Die aus 12 mm starkem Blech gebildete Fahrbahntafel hat die Form einer breiten glatten Rinne, die nach den Widerlagern entwässert wird. Außerhalb der Hauptträger sind beidseitig auf Konsolen ruhende, mit Riffelblech abgedeckte Gehwege angeordnet. Die Brücke wurde seitwärts aufgestellt und nachher in ihre definitive Lage eingeschoben. Die Berechnung erfolgte nach den Vorschriften des Verkehrsministeriums, die Bemes-

sung und Ausführung der Schweißnähte nach den Vorschriften des Bautenministeriums. Das Gesamtgewicht der aus St. 37 hergestellten Konstruktion beträgt einschließlich der Lager aus Stahlguß 49 t. Die Probebelastung ergab eine vollkommen elastische Durchbiegung von 5,25 mm gegenüber der errechneten von 6,80 mm.

Fast gleichzeitig schritt das Verkehrsministerium zur Verstärkung der gegenwärtigen Belastungen nicht mehr entsprechenden Brücke über die Neretva bei Gabela auf der Schmalspurbahn Mostar—Dubrovnik. Die Brücke hat zwei Öffnungen von 100,0 + 31,2 m Spannweite und die statische Nachprüfung der Brücke erwies die Notwendigkeit der Verstärkung der Diagonalen D 1—4 und D 7—10 der großen und D 11, 12 und 14 der kleinen Spannweite. Das Projekt der Verstärkung mittels Schweißung wurde in der Bauabteilung der jugoslawischen Staatsbahnen ausgearbeitet.

Aus der geschilderten Entwicklung ist ersichtlich, daß die geschweißte Bauweise in Jugoslawien in alle Gebiete des Stahlbaues mit Erfolg eingedrungen ist. Die bei diesen Versuchsausführungen mit ihr gesammelten Erfahrungen kann man folgendermaßen zusammenfassen:

1. Die Gassschmelzschweißung konnte sich nicht behaupten und mußte das Feld der wirtschaftlicheren Lichtbogenschweißung räumen.
2. Die bisherigen Ausführungen haben die Fähigkeit und Zuverlässigkeit der einheimischen Werke bei der Herstellung geschweißter Stahlbauten erwiesen.
3. Die Schweißtechnik ermöglicht in weitgehendster Weise die Ausnutzung der einheimischen Walzprodukte und setzt die Einfuhr ausländischer Walzprofile auf das Mindestmaß herab, was bei den heutigen Wirtschaftsverhältnissen von größter Bedeutung ist.
4. Durch Schweißung können alte, den heutigen Verkehrsforderungen nicht entsprechende Stahlkonstruktionen wirtschaftlich und ohne Verkehrsstörungen verstärkt werden.
5. In konstruktiver Hinsicht blieb uns manche Fehlkonstruktion dank dem Studium sowohl der ausgeführten Bauwerke, als auch der Literatur des fortschrittlichen Auslandes und der vorsichtigen allmählichen Einführung der geschweißten Bauweise erspart, die uns die Ausführung der Schweißtechnik angepaßter Konstruktionen erleichterte. Der für dynamische Beanspruchung günstige Stumpfstoß hat sich, dank unserer Vorschriften, rasch eingebürgert und seine Vorzüge wurden bald erkannt, ebenso die Wichtigkeit der Abschrägung der Laschen- und Lamellenenden zwecks Erhöhung der Dauerfestigkeit. Es zeigt sich auch die Tendenz, Stoßlamellen bei Stumpfnähten zu meiden, weil sie bei dynamisch beanspruchten Stößen ungünstig wirken. Neben den üblichen Walzprofilen wurden auch halbe I-Profilen für die Gurtungen der Fachwerke und als Stehblechaussteifungen bei Blechträgern verwendet.
6. Bei der Ausführung der Schweißarbeiten muß man darauf achten, daß nur geschultes und geprüftes Personal verwendet wird. Die Prüfungen werden streng und vorschriftsmäßig durchgeführt und nur diejenigen Schweißer, die die Bedingungen restlos erfüllen, zu den Schweißarbeiten zugelassen. Durch die Führung des Werkstätten- und Bauplatztagebuches

über Schweißarbeiten, die Bezeichnung der Raupen mit dem Zeichen des betreffenden Schweißers, die ständige Überwachung in bezug auf guten Einbrand, Porosität durch stellenweises Anbohren, vorgeschriebene Ausmessungen der Nähte und durch Eintragen aller dieser Daten in die Tagebücher wird das Verantwortungsgefühl der Schweißer gefördert und die Güte der Schweiße gehoben. Man soll trachten, die Baustellenschweißung auf ein Minimum herabzusetzen. Bezüglich der Verziehungen hat man der beträchtlichen Querschrumpfung durch Vorspannung entgegengewirkt. Gleichzeitiges Schweißen der Kehlnähte von beiden Seiten verursacht nur geringe Verziehungen in horizontaler Richtung. Bei langen Nähten verwendet man das Pilgerschrittverfahren von der Mitte oder von den Enden aus. Die Gefahr des Springens der Wurzelnäht bei Mehrlagenschweißungen kann man beispielsweise durch Erwärmung derjenigen Stellen, an denen nicht geschweißt wird, abwenden. Bei Stumpfschweißungen von Walzträgern müssen zuerst die dicken Flanschen und nachher die dünnen Stege verschweißt werden, um der Gefahr des Springens der Stehblechnäht auszuweichen. Sonst muß der Konstrukteur schon bei der Durchbildung der Querschnitte auf die Verziehungen Rücksicht nehmen und von Fall zu Fall besondere Maßnahmen treffen, um diese zu vermeiden. Durch Ausbildung von beweglichen Polen, Polanschluß an richtiger Stelle, Heften an Punkten so viele Kanten zusammenstoßen, richtige Neigung der Elektroden, sowie richtige Reihenfolge der Schweißung in bezug auf die Pollage wird es möglich sein, stets einen ruhigen Lichtbogen zu erhalten.

7. Neben der theoretischen wurde bald die Wichtigkeit der praktischen Ausbildung der Aufsichtsorgane erkannt und sämtlichen Ingenieuren und Technikern des Bauten- und Verkehrsministeriums, die die Schweißarbeiten zu überwachen haben, der Besuch eines Schweißkurses ermöglicht.
8. Die bisherigen Ausführungen haben die Wirtschaftlichkeit der neuen Bauweise erwiesen; je nach der Art der Konstruktion wurden Gewichtersparnisse von 15 % und mehr erzielt.
9. Bei den Schweißdrähten hat es sich gezeigt, daß die Unterscheidung der einzelnen Sorten durch Farben ungenügend ist, um an Stellen, wo mit verschiedenen Schweißdrahtsorten gearbeitet wird, vor Verwechslungen zu schützen und daß es erwünscht ist, die verschiedenen Qualitäten durch eingewalzte Zeichen zu unterscheiden.

Diese günstigen, durch ein harmonisches Zusammenarbeiten der Auftraggeber und der Auftragnehmer erzielten Ergebnisse zeigen uns den Weg, auf welchem die Schweißtechnik in einen fast ausgesprochenen Agrarstaat eingeführt wurde und sich dort weiterentwickelt hat. Die für unsere Verhältnisse bedeutenden Aufträge, welche in der letzten Zeit den Brückenbauanstalten sowohl seitens des Verkehrs- wie auch des Bautenministeriums erteilt wurden, zeugen vom festen Willen der maßgebenden Kreise, auf diesem Wege auszuhalten und unter ständiger Berücksichtigung der bahnbrechenden Arbeiten des fortschrittlichen Auslandes, die neue Bauweise zum wirtschaftlichen Vorteile des Landes weiter zu entwickeln.

Leere Seite
Blank page
Page vide