

Generalreferat

Autor(en): **Schaper, G.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **2 (1936)**

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-2797>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

III

Generalreferat.

Rapport Général.

General Report.

Geheimrat Dr. Ing. G. Schaper,
Reichsbahndirektor, Reichsverkehrsministerium Berlin.

Wir haben ein sehr wichtiges Problem, eine brennende Frage, nämlich die Anwendung des Schweißverfahrens im Ingenieurhoch- und Brückenbau zu behandeln.

Beim Kongreß 1932 in Paris stand man der Frage noch skeptisch gegenüber. Es fehlte nicht an Warnungen vor dem Schweißen im Ingenieurhoch- und Brückenbau.

Man fürchtete die Höhe der Schrumpfspannungen, man hatte Bedenken vor dem Gußgefüge der Schweißnähte und scheute die Schwierigkeiten bei der Herstellung der Schweißkonstruktionen.

Wie die vorliegenden Berichte erkennen lassen, ist das Schweißverfahren seit 1932 trotzdem immer mehr in den Ingenieurhochbau und auch in den Brückenbau eingedrungen. Der Fortschritt hat sich nicht aufhalten lassen.

Die Bedenken vor dem Schweißen bei Bauwerken mit ruhender oder überwiegend ruhender Belastung sind als ganz überwunden zu betrachten, so bei allen Hochbauten und auch bei Straßenbrücken.

In der Hauptsache sind im Hochbau und im Straßenbrückenbau vollwandige Gebilde geschweißt worden, es fehlt hier aber auch nicht an geschweißten Fachwerkträgern.

Im Eisenbahnbrückenbau ist man in manchen Ländern mit dem Schweißen noch zögernd und bedenklich, in anderen Ländern, namentlich in Deutschland, sind im Schweißen von Eisenbahnbrücken schon große Fortschritte erzielt worden. Man hat aber bisher nur vollwandige Eisenbahnbrücken geschweißt.

Seit 1932 sind eingehende und umfangreiche Versuche zur Ermittlung der Dauerfestigkeit geschweißter Verbindungen und ganzer geschweißter Vollwandträger, namentlich in der Schweiz und in Deutschland, durchgeführt worden.

Sie haben dargetan, daß gewisse Schweißverbindungen, namentlich die Stumpfstoße, eine ausgezeichnete Dauerfestigkeit besitzen, wenn der Mutterwerkstoff gut verschweißbar ist,

wenn die Elektroden in ihren Festigkeitseigenschaften dem Mutterwerkstoff angepaßt sind,

wenn die Wurzeln der Stumpfnähte ausgekreuzt und gut nachgeschweißt sind

und wenn auf der Oberfläche die Übergänge von der Naht zum Mutterwerkstoff nicht schroff und frei von Kerben sind.

Hier wirkt sich ein Nachfräsen der Übergänge sehr gut aus.

Weiter haben die Versuche gezeigt, daß die Enden neu hinzutretender Gurtlamellen von Blechträgern im Längsschnitt zugeschärft und mit einer Querkeltnaht angeschlossen sein müssen, die durch Bearbeiten sanft in die untere Lamelle übergeht, und daß die Längskeltnähte an den Enden der abnehmenden Dicke der Lamelle angepaßt und bearbeitet werden müssen.

Die Furcht vor der Größe der Schrumpfspannungen ist auf Grund der Versuche und der Erfahrungen als unbegründet anzusehen.

Die Schrumpfspannungen in den Halsnähten, d. h. in den Verbindungsnähten zwischen Stegblech und Gurtungen sind sehr hoch (2000 kg/cm² und mehr), die Schrumpfspannungen in den Trägern selbst erreichen diese Werte nicht.

Sie sind nicht größer als die Walzspannungen in den Walzträgern, namentlich in den Breitflanschträgern.

Diese Träger tragen aber fast ebenso viel, als wenn sie frei von Walzspannungen wären.

Das Gleiche gilt selbstverständlich auch von den geschweißten Trägern.

Auch die hohen Schrumpfspannungen in den Halsnähten sind ungefährlich. Das haben eingehende Versuche in Bezug auf die Dauerbiegefestigkeit geschweißter Vollwandträger bewiesen.

Die geschweißten Vollwandträger haben trotz der hohen Schrumpfspannungen in den Nähten eine höhere Dauerbiegefestigkeit als genietete Träger.

Die Erklärung dieser Tatsache ist darin zu suchen, daß die hochbeanspruchten Nähte von weniger beanspruchten Teilen eingeschlossen sind, welche die hohen Spannungen der Nachbarteile abbauen, sobald diese die Streckgrenze überschreiten wollen.

In verwandten Nachbargebieten sind beachtenswerte Gebilde, die starken dynamischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, mit Erfolg geschweißt worden, so Schiffbaupressen, Greiferbagger, Eisenbahnwagen, Lokomotiven usw.

In Deutschland und auch in anderen Ländern werden kleine und große Schiffe in St. 37 und St. 52 ganz geschweißt.

Die Erfahrungen mit geschweißten Schiffen sind ausgezeichnet, trotzdem namentlich kleinere Schiffe im schweren Seegang sehr häufigen und starken Wechselbeanspruchungen ausgesetzt sind.

Nun zu bemerkenswerten geschweißten Brücken in den verschiedenen Ländern:

In *Ungarn* ist die Rababrücke in Györ geschweißt worden (Fig. 1), eine Straßenbrücke von 53 m Stützweite; die Hauptträger sind Trapezfachwerkträger;

in *Polen* die bekannte, schon 1928 erbaute Straßenbrücke bei Lowicz (Fig. 2), die wir Herrn Professor *Bryla* von der Technischen Hochschule in Warschau verdanken. Die Hauptträger sind Fachwerkträger von 27 m Stützweite.

In *Belgien* sind außer einigen Vollwandbrücken namentlich Vierendeelträger geschweißt worden.

Fig. 3 zeigt eine Straßenbrücke mit Vierendeelträgern von 61 m Stützweite in der Hauptöffnung und Vollwandträgern in den Nebenöffnungen.

In *Frankreich* verdient eine beachtenswerte ganz geschweißte vollwandige Eisenbahnbrücke bei Saint-Denis besondere Erwähnung (Fig. 4). Dieses kühne

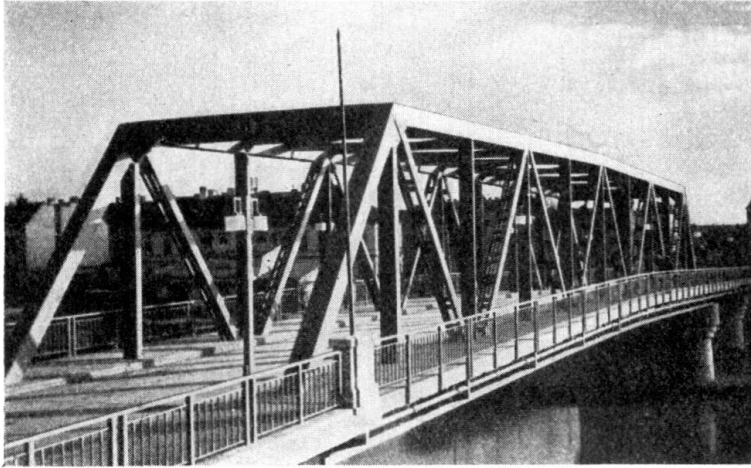


Fig. 1.

Bauwerk, das in hochwertigem Baustahl St. 54 gebaut ist, verdanken wir der Initiative des Herrn Chefingenieurs *Cambournac*. Die Hauptträger sind über drei Stützen durchlaufende Vollwandträger von 2,30 m Stegblechhöhe. Der eine

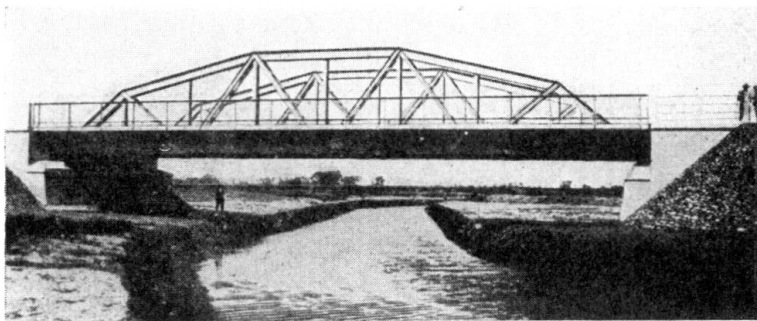


Fig. 2.

der beiden Hauptträger hat Stützweiten von 26,9 m und 35,2 m, der andere von 28,9 m und 32,3 m.

In *Jugoslawien* ist eine Eisenbahnbrücke in Zagreb (Fig. 5), die als vollwandige

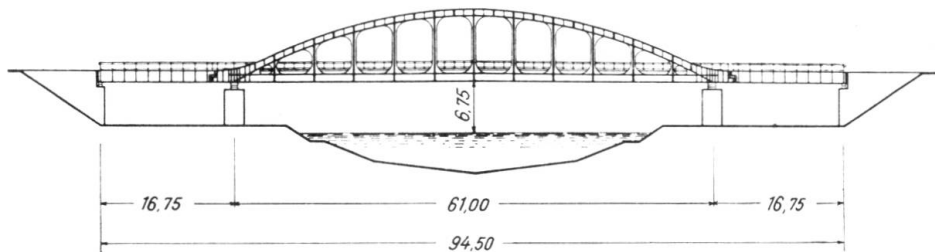


Fig. 3.

Rahmenbrücke über drei Öffnungen gebaut ist, ganz geschweißt worden;

in *Rumänien* eine Straßenbrücke mit Fachwerkträgern von 30 m Stützweite (Fig. 6).

In *Schweden* sind bei der bekannten *Mälarseebrücke* bei Stockholm (Fig. 7) die ganze Fahrbahn, der obere Windverband und die Säulen, auf denen die Fahrbahn ruht, im Gesamtgewicht von 2000 t ganz geschweißt.

Auch die Fahrbahnträger und oberen Verbände der *Tranebergbrücke* (Fig. 8), die sonst aus Eisenbeton besteht, sind geschweißt. Das Gewicht der geschweißten Teile beträgt hier 1300 t.

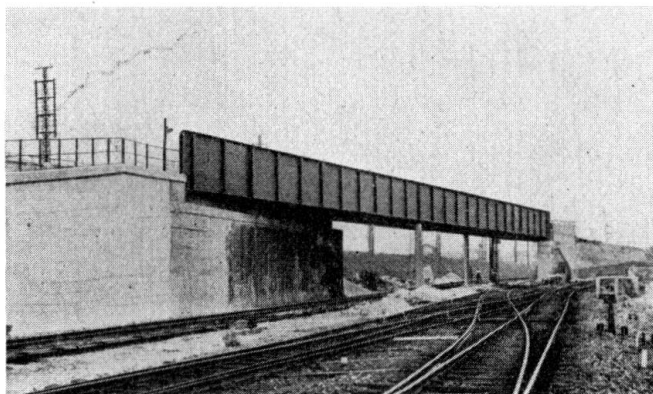


Fig. 4.

Ganz geschweißt ist in Schweden die *Palsundbrücke* bei Stockholm (Fig. 9). Das Wasser ist mit einem Bogenträger von 56 m Spannweite und das Vorland mit 12 m weitgestützten Balkenträgern auf Stahlstützen überbrückt. Gesamtlänge der Brücke 276 m, Gesamtgewicht 1100 t. Die Querträger bestehen aus St. 52, alle anderen Teile aus St. 44. Fig. 10 gibt einen Blick in die fertige Brücke.

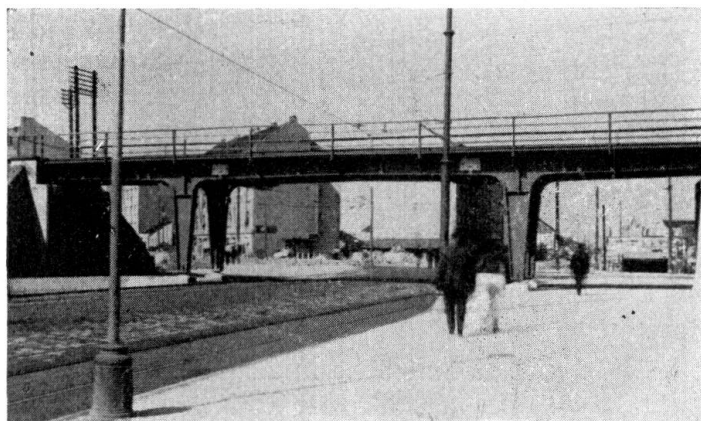


Fig. 5.

In der *Schweiz* ist als ganz geschweißte Brücke die Straßenbrücke über den *Tessin* (Fig. 11) zu erwähnen, deren Hauptträger versteifte Stabbogen mit vollwandigen Versteifungsträgern von 70 m Stützweite sind.

Von den Hunderten geschweißten Eisenbahn- und Straßenbrücken in *Deutschland* seien folgende genannt:

1. Die Brücke über den *Ziegelgraben* (Fig. 12) im Zuge des Rügendamms zwischen Stralsund und dem Dänholm, eine eingleisige Eisenbahnbrücke mit zwei festen Überbauten von je 52 m Stützweite und mit einer Klappbrücke von 29 m Stützweite. Der Baustoff ist St. 37.

2. Die eingleisige Eisenbahnbrücke über den *Strelasund* (Fig. 13) im Zuge des Rügendamms zwischen dem Dänholm und der Insel Rügen mit zehn

Öffnungen, die zu je fünf von vollwandigen durchlaufenden Trägern von 54 m Stützweite überbrückt werden. Auch hier ist der Baustoff ein St. 37.

3. Die Reichsautobahnbrücke beim *Kaiserberg* bei Duisburg (Fig. 14). Die Hauptträger sind versteifte Stabbogen mit vollwandigen Versteifungsträgern von 103 m Stützweite. Der Baustoff dieser Brücke ist St. 52.

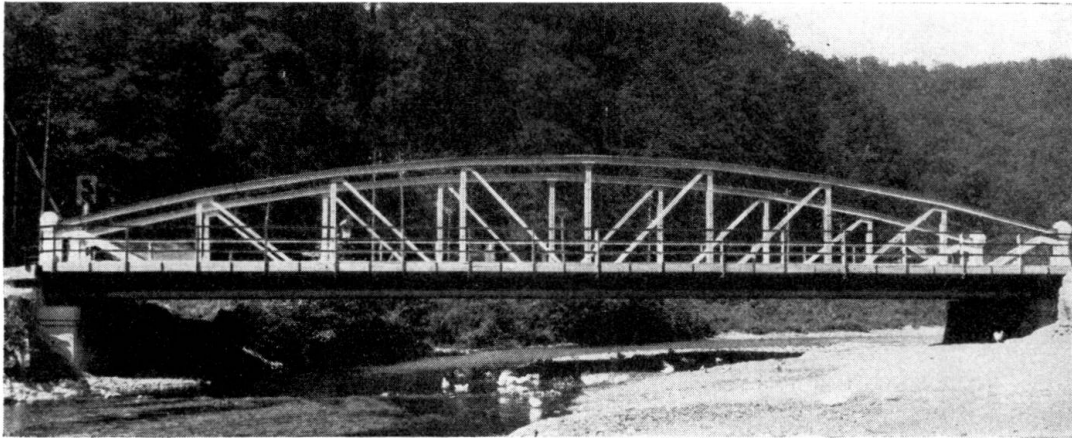


Fig. 6.

4. Die Reichsautobahnbrücke bei *Kalkberge* (Fig. 15) in der Nähe von Berlin. Die Hauptträger sind vollwandige durchlaufende Balkenträger von 53,3 — 66,7 — 66,7 — 53,3 m Stützweite. Ihre Höhe beträgt 3,0 m. Der Baustoff dieser Brücke ist St. 52.

Die Erfahrungen mit geschweißten Straßenbrücken sind allgemein gut.



Fig. 7.

Auch hat die eingehende Untersuchung der vielen geschweißten, im Betriebe befindlichen Eisenbahnbrücken in Deutschland gezeigt, daß sie sich im Betriebe ausgezeichnet bewährt haben.

Mit Ausnahme unbedeutender Risse an den Stegblechverstärkungen sind keine Schäden festgestellt worden.

Die Hauptregeln, die man beim Schweißen von Brücken zu beachten hat, sind folgende:

1. Es dürfen nur solche Baustähle geschweißt werden, die nicht schweiß-

empfindlich sind, das sind St. 37 und St. 52, die bestimmte chemische Zusammensetzung haben.

2. Die Elektroden müssen den Festigkeitseigenschaften der zu schweißenden Werkstoffe angepaßt sein.

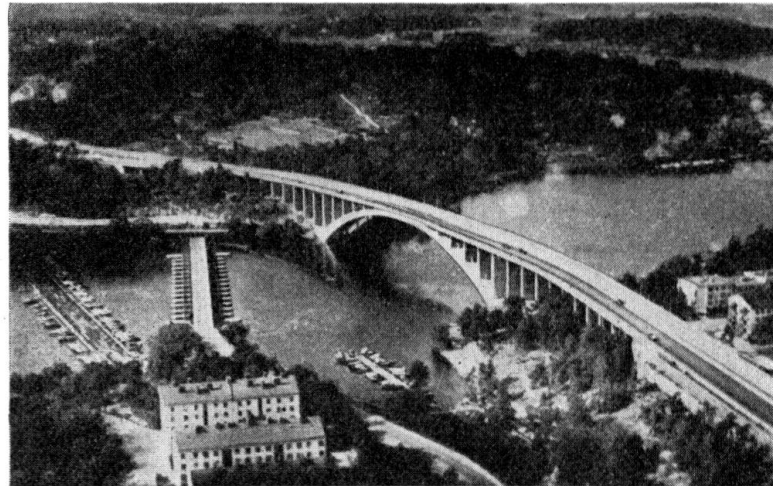


Fig. 8.

3. Es sollen so wenig und so schwache Nähte wie nur möglich gezogen werden, um die Wärmezufuhr und damit die Größe der Schrumpfspannungen einzuschränken.

4. Stegblechstöße sind als reine Stumpfstoße auszubilden.



Fig. 9.

5. Gurtstöße sind durch Verwendung langer Gurtplatten möglichst zu vermeiden.

6. Da, wo Gurtplatten gestoßen werden müssen, sind die Stöße als reine Stumpfstoße oder in Verbindung mit Laschen auszuführen.

7. Stumpfnähte sind an schwach beanspruchte Stellen (Momententiefpunkte) zu legen.

8. Die Wurzeln von Stumpfnähten sind auszukreuzen und sorgfältig nachzuschweißen.

9. Stumpfstoße müssen geröntgt werden, bei dicken Nähten schon nach dem Legen der ersten Schweißlagen, da erfahrungsgemäß die Risse in den ersten Lagen auftreten. Zu dem Zwecke müssen die Stahlbauanstalten, die schweißen, mit Röntgenapparaten ausgerüstet sein.

10. Auch Halsnähte sollen nach Möglichkeit stichprobenweise geröntgt werden.

11. Bei Stößen dürfen auf keinen Fall Schweißung und Nietung zusammen angewendet werden. Es wäre z. B. falsch, den Stegblechstoß zu schweißen und die Gurtstöße zu nieten, da infolge des Nietschlupfes der Gurtstöße der Stegblechstoß überlastet werden würde.

12. In gezogenen Gliedern sind Quernähte an stark beanspruchten Stellen zu vermeiden. An schwach beanspruchten Stellen sind sie erlaubt, sie müssen hier aber als Nähte mit allmählichem Übergang zum Mutterwerkstoff ausgeführt werden.

13. Beim Einschweißen der Fahrbahnträger hat man darauf zu achten, daß in den Anschlüssen keine hohen Schrumpfspannungen entstehen. Zu diesem Zwecke verschweißt man z. B. zunächst den mittelsten Querträger mit den Hauptträgern, dann die benachbarten Längsträger mit diesem und den noch losen benachbarten Querträgern und dann erst diese Querträger mit den Hauptträgern usw.



Fig. 10.

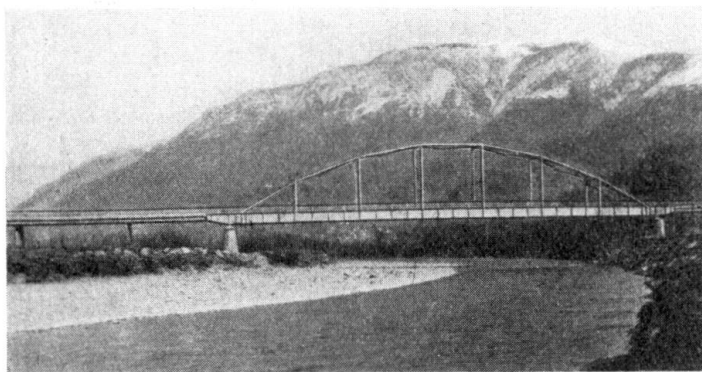


Fig. 11.

14. Bei Nähten, die in mehreren Lagen geschweißt werden, müssen die einzelnen Lagen vor dem Weiterschweißen sauber von Schlacken gereinigt werden.

15. Alle Schweißarbeiten in der Werkstatt und auf der Baustelle müssen

dauernd und sorgfältig von sachverständigen Schweißingenieuren überwacht werden.

16. Die Schweißarbeiten dürfen nur von geprüften und zuverlässigen Schweißern ausgeführt werden.

17. Da sich Nähte in der sogenannten Wannelage am besten und einfachsten schweißen lassen, so empfiehlt es sich, wichtige Tragteile in Drehvorrichtungen



Fig. 12.

einzuspinnen und durch sie die Tragteile in solche Lage zu bringen, daß die Nähte in der Wannelage geschweißt werden können. Eine Drehvorrichtung auf einer Baustelle mit einem eingespannten, zu verschweißenden Träger ist dargestellt auf Fig. 6 im folgenden Diskussionsbeitrag III b *Dörnen*.

Im Anschluß an diese Regeln werden zwei Arten von Baustellenstößen ausgeführter Vollwandbrücken erläutert.

1. Baustellenstoß der vorhin im Bilde gezeigten Reichsautobahnbrücke bei Kalkberge in der Nähe von Berlin (Fig. 16). Der Baustoff ist St. 52. Das Steg-

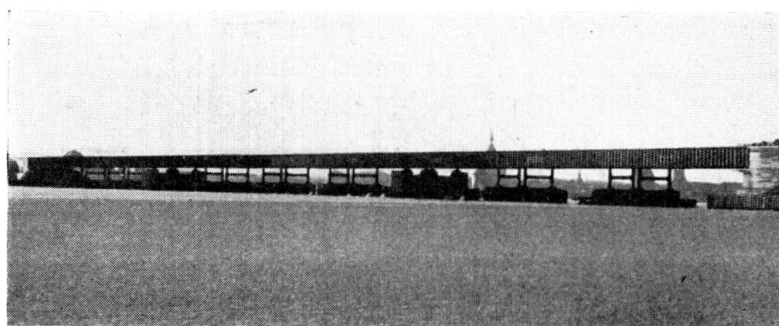


Fig. 13.

blech ist 3 m hoch und 20 mm dick. Die Gurtlamellen sind Dörnensche Wulst-eisen 660 · 44. Die Stöße des Stegbleches und der Lamellen liegen ungefähr an ein und derselben Stelle, und zwar an der Stelle des Momententiefpunktes. Sie sind reine Stumpfstoße und zwar in den Gurtungen Tulpennähte und im Stegblech eine X-Naht. Die Gurtstöße sind unter 45° angeordnet. Zunächst wurden in beiden Gurtnähten zu gleicher Zeit fünf Nähte gelegt. Dann wurde auf der einen Seite der X-Naht des Stegbleches von der Mitte nach oben und unten im Pilgerschritt geschweißt, gleichzeitig wurde in beiden Nähten der Gurtungen die Schweißung fortgesetzt. Wenn die eine Seite der X-Naht des Stegbleches fertig war, wurde auf der anderen Seite weiter geschweißt. Die

Zeitfolge der Schweißung war so bemessen, daß alle drei Nähte zu gleicher Zeit fertig wurden.

2. Baustellenstoß (Fig. 17) der Eisenbahnbrücke über den Strelasund, die auch schon vorhin im Bilde gezeigt wurde. An den Stößen sind dickere, 40 mm starke Stegblechteile eingeschaltet, um hier die Spannungen in den Gurtlamellen

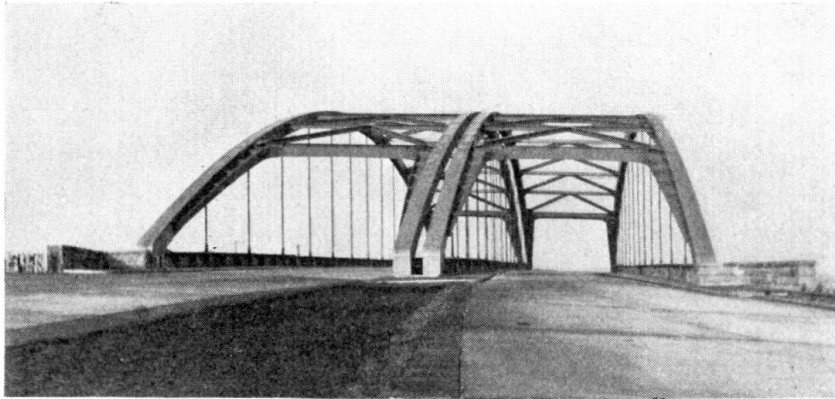


Fig. 14.

(Dörnensche Wulsteisen 540 · 55) zu vermindern. Zwischen den hierdurch entstehenden Stegblechstößen (reine Stumpfstoße in X-Form) liegen die Stöße der Gurtungen. Diese sind folgendermaßen ausgebildet:

Die Lamellen sind durch X-Stumpfnähte, die unter 45° verlaufen, verbunden. Außen an den Seiten der Gurtlamellen sind senkrecht stehende kleine Laschen 120×40 und außerdem noch waagrecht liegende Laschen 200×30 , die im

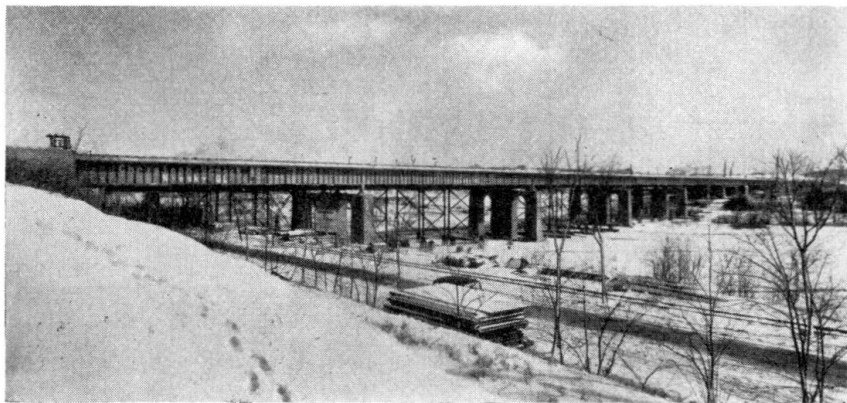


Fig. 15.

Obergurt oben und im Untergurt unten angeordnet sind, angeschweißt. Der Schweißvorgang war folgender:

Zuerst wurden zu gleicher Zeit in Ober- und Untergurt die oberen Hälften der X-Stumpfnähte bis zur halben Höhe geschweißt, dann die unteren Hälften dieser Nähte überkopf in gleichem Umfange. Der dickere Stegblechteil war an der einen Seite bereits in der Werkstatt mit dem dünneren anschließenden Stegblech durch eine X-Naht verbunden. Der andere Stumpfstoß des Stegblechs wurde im Anschluß an die genannten Gurtschweißungen ganz verschweißt. Hierauf wurden die Stumpfstoße in den Gurtungen fertig gestellt. Weiter wurden die an der Stoßstelle noch offen gelassenen Halsnähte zwischen Stegblech und

Gurtungen geschlossen. Darauf wurden die senkrechten Randlaschen und zum Schluß die waagrechten Stoßlaschen angeschweißt.

Vielfach ist gefragt worden: Weshalb schweißt man im Hoch- und Brückenbau überhaupt? Weshalb verläßt man das bewährte Nieten? Ist es vielleicht nicht

nur eine Sucht, durchaus etwas Neues an die Stelle des Alten zu setzen?

Fraglos hat jeder vorwärtsstrebende Ingenieur, der nicht am Hergebrachten klebt, den Drang, Neues zu schaffen. Und sicher ist dies mit ein Grund für die Einführung des Schweißens im Hoch- und Brückenbau.

Ausschlaggebend sind aber andere Gründe:

1. Geschweißte Tragwerke sind im allgemeinen billiger als genietete.
2. Das Aussehen geschweißter Bauten ist schöner als das genieteter Bauten.
3. Bei vollwandigen, dynamisch stark beanspruchten Trägern tritt als dritter Grund nach den neuesten Versuchen hinzu, daß diese eine größere Dauerfestigkeit besitzen als genietete Träger.

Zu der Wirtschaftlichkeit geschweißter Tragwerke ist zu bemerken, daß nach den Erfahrungen in gut eingerichteten Stahlbauanstalten das Schweißen an und für sich nicht teurer als das Nieten ist. Geschweißte Tragwerke sind

aber im allgemeinen 15 % leichter als genietete. Mitunter werden noch größere Gewichtsparsnisse erzielt.

Auf Seite 1370 im Vorbericht sind ein Zweigelenkrahmen in genieteter Ausführung und ein Zweigelenkrahmen in geschweißter Ausführung ein- und des-

selben Bauwerkes und mit den gleichen Stützweiten wiedergegeben. Der genietete Rahmen wiegt 19,4 t und der geschweißte Rahmen 14,3 t. Hier beträgt also die Gewichtsparsnis 26,3 %.

Als Beweise des außerordentlich guten Aussehens dienen folgende Beispiele:

Fig. 18 zeigt die Form der geschweißten Binder der neuen Bahnhofshallen in Düsseldorf.

Solch schöne, einfache, rasige Formen, wie sie hier die Binder und die anderen Hallenteile zeigen, lassen sich in der Nietbauweise nicht erzielen.

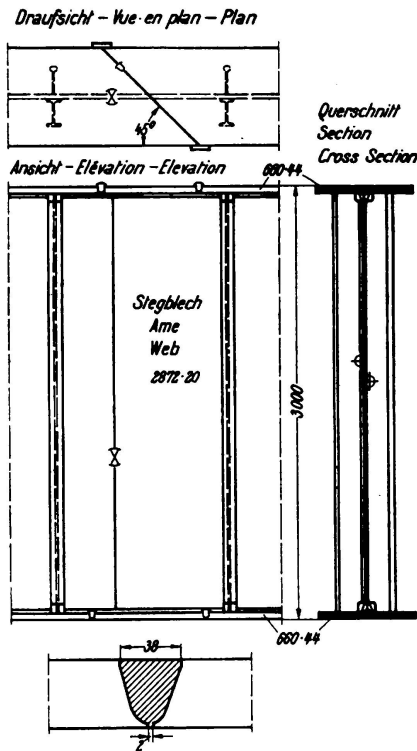


Fig. 16.

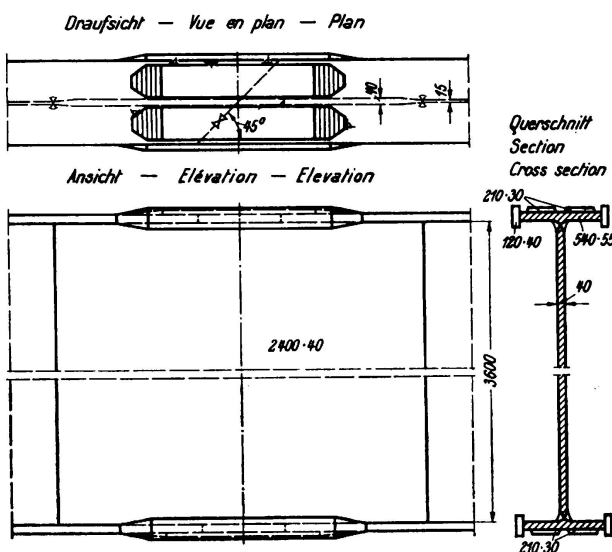


Fig. 17.

In Fig. 19 ist die neue ganz geschweißte Stadtbahnsteighalle des Bahnhofes Zoologischer Garten in Berlin wiedergegeben.

Wie außerordentlich schön geschweißte Brückenträger aussehen, das dürfte aus der Betrachtung der in Fig. 20 wiedergegebenen Eisenbahnbrücke hervorgehen.

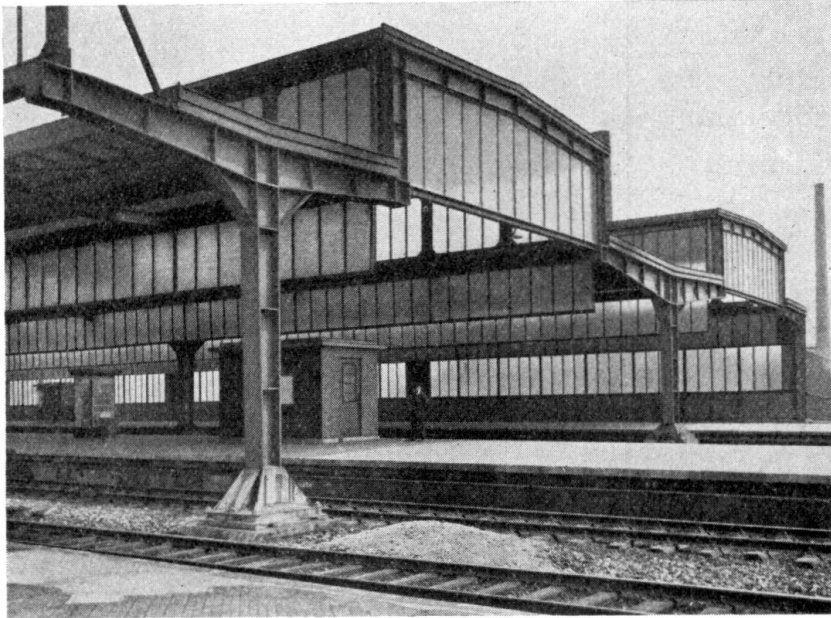


Fig. 18.

Die angeführten Gründe sind so durchschlagend, daß der vorwärtsstrebende Ingenieur alle Veranlassung hat, das Schweißen im Hoch- und Brückenbau zu fördern.

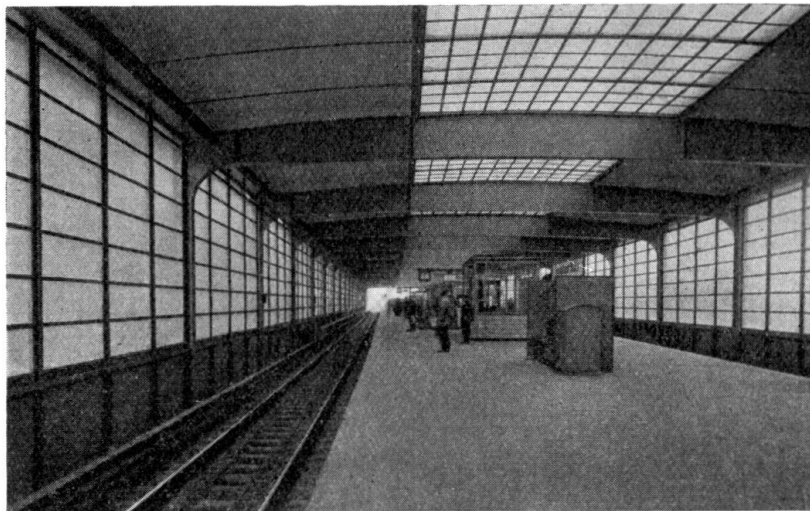


Fig. 19.

Nachdem durch eine umfangreiche und gewissenhafte Versuchs- und Forschungsarbeit das Schweißen im Hoch- und Brückenbau wissenschaftlich unterbaut ist,

nachdem im Betriebe mit geschweißten Tragwerken gute Erfahrungen gemacht sind,

nachdem man gelernt hat, richtig und in der richtigen Schweißfolge zu schweißen,
nachdem man erkannt hat, welche Baustoffe und welche Elektroden sich zum Schweißen eignen
und nachdem man Vorschriften für das Schweißen von Hoch- und Brückenbauten geschaffen hat,
sind meines Erachtens die Bedenken gegen das Schweißen im Hoch- und Brückenbau aus dem Wege geräumt.



Fig. 20.

In der Röntgenprüfung haben wir ein einfaches und sicheres Verfahren, die einwandfreie Beschaffenheit wichtiger Nähte festzustellen.

Wenn auch noch manche Einzelfragen durch weitere Forschung zu klären sind, so kann man doch wohl schon jetzt den Satz aufstellen:

Das Schweißverfahren, durch das betriebssichere, wirtschaftliche und schöne Tragwerke geschaffen werden können, muß gefördert werden.