Zeitschrift: IABSE publications = Mémoires AIPC = IVBH Abhandlungen
Band: 4 (1936)

Artikel: Die Untersuchungen einiger Schweissverbindungen: Beitrag zur Frage der Verstärkung von eisernen Brücken durch Schweissungen
Autor: Pszenicki, A. / Szelagowski, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-5095

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: 06.09.2025

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

DIE UNTERSUCHUNGEN EINIGER SCHWEISS-VERBINDUNGEN.

Beitrag zur Frage der Verstärkung von eisernen Brücken durch Schweißungen.

LES ESSAIS EFFECTUÉS SUR QUELQUES ASSEMBLAGES SOUDÉS.

Contribution à l'étude du renforcement par soudure des ponts de fer.

EXAMINATION OF SOME WELDED CONNECTIONS.

Contribution to the question of strengthening steel bridges by welding.

Prof. Dr. Ing. A. PSZENICKI und Doz. Dr. Ing. F. SZELAGOWSKI (Warschau).

Bei den Betrachtungen über die Verstärkung alter Eisenbahnbrücken trifft man auf Probleme, welche noch ungeklärt und ungelöst sind; dies trifft besonders bei Anwendung der Schweißtechnik zu. Wir haben deshalb Untersuchungsreihen durchgeführt, welche ergaben, daß verschiedene Lösungen möglich sind.

Wie bekannt, wird die Verbindung der einzelnen Elemente der geschweißten Konstruktionen meistens mittels Kehlnähten, Schlitznähten und seltener mittels Stumpfnähten ausgeführt. In den Fällen, wo die Breite der Elemente im Verhältnis zur Dicke ziemlich groß ist, wendet man Schlitz- oder Lochnähte an, um eine gleichmäßigere Zusammenarbeit der verbundenen Teile zu erreichen. Nach unsern Untersuchungen verdienen solche Verbindungen kein großes Vertrauen bei dynamischen Beanspruchungen. Ursache dieser schlechten Eigenschaften ist meistens die Überhitzung der Naht sowie kleine Löcher in derselben, die Risse im Material verursachen. Das nicht immer gute Einbrennen der Naht und die Vergrößerung der örtlichen Spannungen durch die Schrumpfung der Nähte, verschlechtern die Festigkeitseigenschaften dieser Schweißverbindungen. Diese Umstände sind schuld an der geringen Entwicklung der geschweißten Fachwerkbrücken, besonders aber der Eisenbahnbrücken. Sie verlangen auch einige Vorsicht bei der Anwendung in schnellaufenden Maschinen.

Ein Hauptvorteil bei der Anwendung von Schweißverbindungen in Stahlkonstruktionen ist der, daß die Querschnitte der Stäbe nicht durch Löcher, wie bei Nietverbindungen, geschwächt werden.

Die Anwendung von Verbindungen, die dem Nieten gleichen und dabei die oben genannten Vorteile haben, ist besonders zur Verstärkung der eisernen Brücken zu empfehlen. Sie gibt die Möglichkeit, eine gewöhnliche Niete durch einen geschweißten Bolzen zu ersetzen. Die Festigkeit der Nietverbindung gegen Abscheren wird bewahrt, die Nietschwächung wird aber beseitigt. Diese beträgt bei zusammengesetzten Stäben ca. 15 %, bei Flachstäben bis 30 %. Eine Verstärkung durch diese Umwandlung ist also in diesem Verhältnis möglich.

Im Zusammenhang damit machten wir entsprechende Untersuchungen mit Proben aus Flußstahl und Schweißeisen. Zuerst bestimmten wir die Festig-

keitseigenschaften des Materials, welches zu den weiteren Untersuchungen dienen sollte. Zu diesem Zwecke wurden mit den in Figur 1 dargestellten Proben *I Z* und *I S* Zugversuche angestellt (*Z* bedeutet Flußstahl und *S* Schweißeisen].

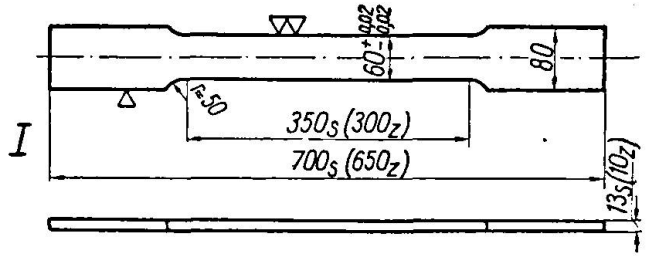

Fig. 1.

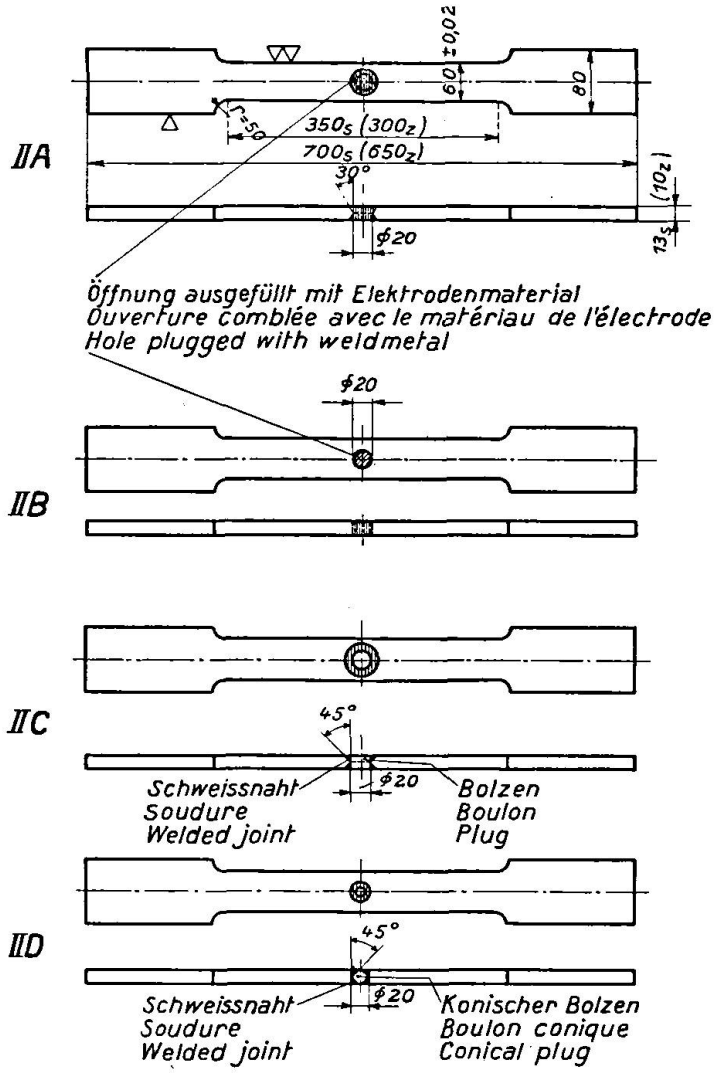

Fig. 2.

Die Resultate dieser Proben sind in der Tabelle A angegeben. Daraus ersieht man, daß die Qualität des Flußstahls der des Schweißeisens entsprechend war.

Tabelle A.

Bezeichnung der Proben	F cm²	l_0 cm	P_F kg	P_B kg	σ_F kg/cm²	σ_F mittel kg/cm²	σ_B kg/cm²	σ_B mittel kg/cm²	δ	δ mittel
	5,99	28	15600	26450	2604		4416		30,4	
I Z	5,98	28	15200	26500	2542	2589	4431	4440	29,6	28,1
	5,99	28	15700	26800	2621		4474		24,3	
	7,96	32	20300	28950	2550		3637		13,1	
I S	7,94	32	21000	29450	2645	2588	3709	3681	18,8	17,3
	7,98	32	20500	29500	2569		3697		20,0	

Bei den weiteren Untersuchungen ist besondere Aufmerksamkeit auf die gute Ausfüllung der gebohrten Löcher mit Schweißgut verwendet worden.

In die Proben *II A Z*, *II A S*, *II B Z* und *II B S* wurden Löcher vom Durchmesser 20 mm gebohrt, wie das in Figur 2 gezeigt ist. Diese Löcher füllte man mit dem Elektrodenmaterial aus. Bei den Proben *II C Z*, *II C S*, *II D Z* und *II D S* wurden dagegen die Löcher mit zylindrischen oder konischen Bolzen ausgefüllt (Fig. 2). Die Verbindung dieser Bolzen mit dem Probematerial geschah durch Schweißung.

Die Festigkeitseigenschaften dieser Proben sind in Tabelle B dargestellt.

Tabelle B.

Bezeichnung der Proben	Dicke mm	Breite mm	F cm²	l_0 cm	P_F kg	P_B kg	σ_F kg/cm²	σ_F mittel kg/cm²	σ_B kg/cm²	σ_B mittel kg/cm²	δ	δ mittel
	9,93	60,00	5,96	28	17000	26750	2852		4488		15,5	
II A Z	9,88	60,06	5,93	28	16300	26700	2741	2797	4503	4497	—	15,8
	9,84	60,00	5,90	28	16400	26600	2779		4501		16,1	
	12,92	59,96	7,75	32	20700	25250	2684		3258		20,0	
II A S	13,10	59,86	7,84	32	19200	24850	2448	2566	3170	3354	4,4	10,6
	12,94	60,00	7,76	32	—	28200	—		3634		7,5	
	9,90	60,04	5,94	28	16500	23500	2778		3956		11,8	
II B Z	9,87	60,00	5,92	28	16500	23650	2787	2819	3995	3988	7,5	8,7
	9,96	60,00	5,98	28	17300	24000	2893		4013		6,8	
	12,87	60,10	7,73	32	19700	27700	2549		3583		7,2	
II B S	12,82	59,92	7,68	32	—	26800	—	2549	3489	3471	5,6	6,5
	12,96	60,00	7,78	32	—	26000	—		3342		6,6	
	9,00	60,06	5,95	28	16500	23400	2773		3933		6,8	
II C Z	9,93	60,02	5,96	28	17000	24300	2852	2870	4077	4155	6,8	8,7
	9,94	60,08	5,97	28	17000	26600	2985		4454		12,5	
	12,95	59,96	7,76	32	—	20700	—		2666		2,5	
II C S	12,97	59,82	7,76	32	17000	20700	2191	2191	2666	2639	—	2,2
	13,01	59,90	7,79	32	—	20150	—		2586		1,9	
	9,84	60,08	5,91	28	16700	23800	2826		4027		7,1	
II D Z	9,89	60,22	5,96	28	17000	24200	2852	2810	4060	3946	7,9	7,0
	9,93	60,04	5,96	28	16400	22350	2752		3750		6,1	
	13,15	60,00	7,89	32	20600	23350	2611		2959		4,7	
II D S	13,02	60,08	7,82	32	—	26100	—	2611	3337	3127	5,3	5,1
	12,98	59,94	7,78	32	—	24000	—		3085		5,2	

Aus diesen Resultaten ersieht man, daß die Bruchspannung der Proben mit den ausgefüllten Löchern im allgemeinen kleiner ist als die der ungebohrten Proben. Der größte Unterschied bei den Flußstahlproben beträgt 11 %, bei den Schweißeisenproben dagegen 28 %.

Bei den andern Probestäben bemerkt man kleinere Unterschiede oder überhaupt keine, wie z. B. bei der Probe *II A Z*.

Eine wichtige Rolle bei der technischen Anwendung spielt die Streckgrenze des Materials, welche von den inneren Spannungen nicht überschritten werden soll. Es zeigt sich, daß bei den Proben *II* im Falle des Flußstahls diese

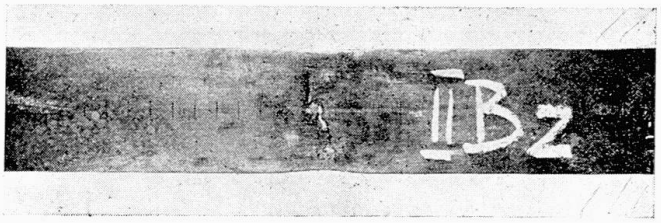

Fig. 3.

Grenze höher, im Falle des Schweißeisens [mit Ausnahme der Proben *II C S*] fast die gleiche ist wie bei den ungebohrten Proben *I*.

Weniger vorteilhaft verhält sich die Dehnung. Sie ist immer kleiner als bei den ungebohrten Proben *I*. Dabei zeigen die Proben *II A* die größte Dehnung. Das charakteristische Zeichen bei den Zugversuchen mit Probestäben mit ausgefüllten Löchern ist ein Riß im mittleren Teil, wie Figur 3 zeigt.

Die Ursache dieser Risse ist in gewissem Maße gegeben durch die kleinere Dehnungsfähigkeit der Lochausfüllung und die Schrumpfung des Elektrodenmaterials und die daraus folgende Spannungserhöhung.

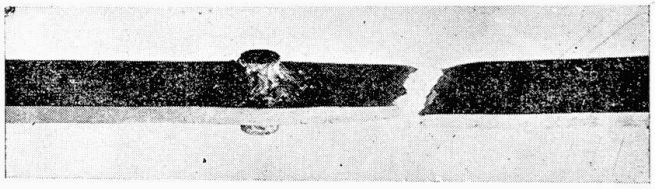

Fig. 4.

Gestützt auf die Resultate kann man behaupten, daß durch die Ausfüllung der Löcher mit Elektrodenmaterial der dadurch entstandene Bruttoquerschnitt bis auf die Streckgrenze des Materials nicht geschwächt wird. Natürlich verkleinert diese Ausfüllung der Löcher mit Elektrodenmaterial die gesamte Dehnung, was bei Konstruktionen mit dynamischer Beanspruchung nicht vorteilhaft ist.

Hier muß bemerkt werden, daß die Nietschwächung bei den Proben durch Ausbohren der Löcher ungefähr 33 % war, während sie in gewöhnlichen Konstruktionen ca. 15 % beträgt. Die Dehnung der Konstruktionselemente mit den ausgefüllten Löchern wird also nicht stark verschieden sein von derjenigen des ungeschwächten Materials.

Ferner wurden Proben mit einem hervorstehenden Bolzen ausgeführt, der durch Schweißen mit dem Material verbunden wurde.

Alle diese Proben sind außerhalb der Schweißverbindung gerissen [Fig. 4], was für die hohe Festigkeit der Schweißverbindung zeugt.

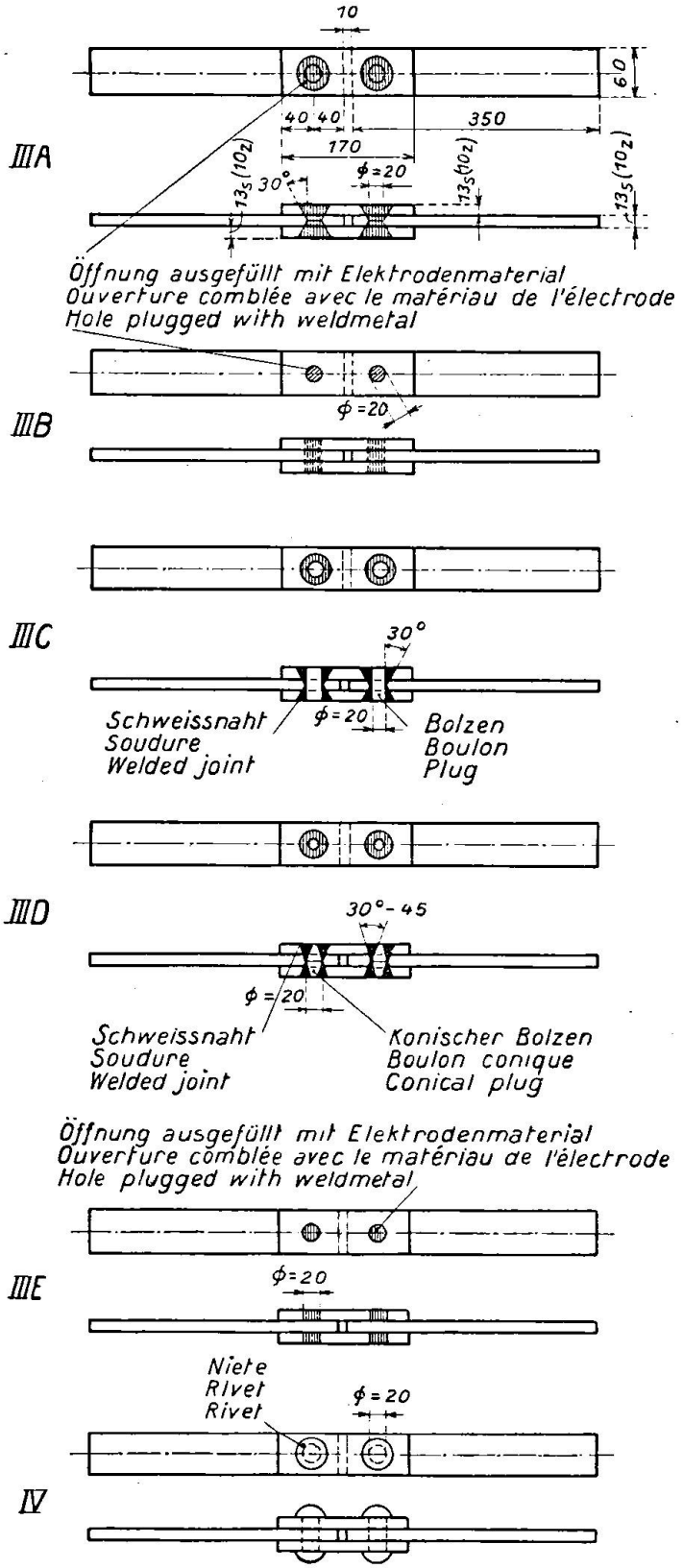
III A
III B
III C
III D
III E
IV
10
60
40 40
350
170
ϕ=20
30°
$13_S(10_2)$
Öffnung ausgefüllt mit Elektrodenmaterial
Ouverture comblée avec le matériau de l'électrode
Hole plugged with weldmetal
30°
Schweissnaht
Soudure
Welded joint
Bolzen
Boulon
Plug
30°-45
Konischer Bolzen
Boulon conique
Conical plug
Niete
Rivet

Fig. 5.

Bei den weiteren Untersuchungen führten wir einige Proben mit Verbindungen aus, welche aus Figur 5 ersichtlich sind.

Wie dieses Bild zeigt, wurde die Verbindung *III A* durch Ausfüllen der abgeschrägten Löcher mit Elektrodenmaterial hergestellt. Die abgeschrägten Löcher haben den Zweck, eine bessere Verbindung des Elektrodenmaterials mit dem Material der Probe selbst zu erreichen.

Die Verbindung *III B* unterscheidet sich von der vorigen nur durch die Gestaltung der Löcher, die hier zylindrisch sind.

Die Verbindung *III C* erfolgte durch Einsetzen eines zylindrischen Bolzens mit einem Durchmesser von 20 mm in das abgeschrägte Loch und Zusammenschweißen desselben mit dem Material.

Bei den Proben *III D* wurde der Bolzen aus wirtschaftlichen Gründen konisch ausgeführt und die Abschrägung des Loches war hier entsprechend kleiner.

Die Löcher bei den Proben *III C* und *III D* hatten einen größeren Durchmesser als die Bolzen zwecks besserer Schweißausführung in den engsten Stellen.

Außerdem erstellten wir die Verbindungsart *III E*, bei welcher Löcher mit einem entsprechenden Durchmesser in die Laschen gebohrt wurden. Die Verbindung mit dem mittleren Probeteil erfolgte durch das Einbrennen des Schweißgutes.

Schließlich wurde noch eine Nietverbindung *IV* ausgeführt, um einen richtigen Vergleich mit den Resultaten der Schweißverbindungen ziehen zu können.

Die Verbindungsproben sind sowohl aus Flußstahl als auch aus Schweißeisen hergestellt worden und zwar jede Art dreifach.

Die Festigkeitseigenschaften aller dieser Proben sind in der Tafel C dargestellt.

Wie aus Tabelle C ersichtlich ist, ergaben bei den Flußstahlproben die Verbindungen mit den konischen Bolzen die besten Resultate. Diese Proben sind neben der Schweißstelle gerissen [Fig. 6].

Gute Resultate zeitigten auch die Verbindungen mit den zylindrischen Bolzen [Fig. 7]. Hingegen waren die Verbindungen *III A* [Fig. 8], *III B* [Fig. 9] und *III E* [Fig. 10] weniger befriedigend. Am ungünstigsten sind die Verbindungen mit den zylindrischen Löchern, weil eine zweckentsprechende Ausfüllung dieser Löcher mit dem Elektrodenmaterial sehr schwierig ist.

Die Verbindungen, welche an Schweißeisen ausgeführt wurden, ergaben die besten Resultate mit den zylindrischen Bolzen [Fig. 11]. Am ungünstigsten waren die Verbindungen *III E* [Fig. 12]. Sie waren noch schlechter als eine Nietverbindung [Fig. 13].

Gute Resultate erzielte man auch mit den konischen Bolzen [Fig. 14] und mit den abgeschrägten Löchern, welche durch Schweißen ausgefüllt wurden [Fig. 15].

Die oben angeführten Untersuchungen ergaben, daß aus Wirtschaftlichkeits- wie aus Festigkeitsgründen die Verbindungen mit konischen Bolzen am besten sind, da deren Festigkeit um 29 % größer ist als die einer entsprechenden Nietverbindung. Das ist ein Beweis, daß diese Schweißverbindung mit ihrem ganzen Querschnitt arbeitet. Man muß jedoch berücksichtigen, daß ihre Festigkeit doch kleiner als diejenige der ungebohrten Proben *I* ist. Dieser Nachteil wird durch die ungleichmäßige innere Spannungsverteilung erklärt.

Tabelle C.

Bezeichnung der Proben	P_B kg	F cm²	σ_B kg/cm²	σ_B mittel kg/cm²	Bemerkungen
III A Z	17850	5,40	3305	3348	Der Probestab zerriß neben der Bohrung
	21100	6,00	3517		„ „ „ „ „ „
	17400	5,40	3223		„ „ „ „ „ „
III A S	22150	7,80	2840	2902	„ „ „ „ „ „
	23350	7,80	2993		„ „ „ „ „ „
	22400	7,80	2872		„ „ „ „ „ „
III B Z	12650	5,30	2343	2311	„ „ „ „ „ „
	13750	6,00	2291		„ „ „ „ „ „
	12420	5,40	2300		„ „ „ „ „ „ [geschert
III B S	14500	7,80	1859	1909	Die Schweißausfüllung in der Bohrung wurde ab-
	15200	7,80	1946		„ „ „ „ „ „ „
	15000	7,80	1923		„ „ „ „ „ „ „
III C Z	19200	5,40	3556	3563	Der Probestab zerriß neben der Bohrung
	19900	5,70	3491		„ „ „ „ „ „
	20100	5,52	3641		„ „ „ „ „ „
III C S	24100	7,80	3090	2931	„ „ „ „ „ „
	26000	7,80	3333		„ „ „ „ „ „
	19500	7,80	2371		„ „ „ „ „ „
III D Z	20500	6,00	3417	3587	Der Probestab zerriß außerhalb der Schweißstelle
	20000	5,52	3623		„ „ „ „ „ „
	20100	5,40	3722		Der Probestab zerriß neben der Bohrung
III D S	20700	7,80	2654	2739	Der Probestab zerriß außerhalb der Schweißstelle
	20300	7,80	2602		„ „ „ „ „ „
	23100	7,80	2961		„ „ „ „ „ „
III E Z	16600	6,00	2767	2625	Schweißraupe wurde abgeschert
	15000	6,00	2500		„ „ „
	15650	6,00	2608		„ „ „
III E S	14100	7,80	1808	1741	„ „ „
	11850	7,80	1519		„ „ „
	14800	7,80	1897		„ „ „
IV Z	16400	6,00	2733	2789	Der Probestab zerriß neben der Bohrung
	16300	6,00	2717		„ „ „ „ „ „
	17500	6,00	2916		„ „ „ „ „ „
IV S	14900	7,80	1910	2013	„ „ „ „ „ „
	16400	7,80	2103		„ „ „ „ „ „
	15800	7,80	2026		„ „ „ „ „ „

Um die Formänderung und die dazugehörigen Spannungen dieser Schweißverbindungen im Vergleich zu den Nietverbindungen deutlicher darzustellen, wurden Modelle aus Gummi hergestellt, welche die Arbeitsweise solcher Verbindungen in Eisen- und Stahlkonstruktionen in gewissem Maße wiedergeben [Fig. 16].

Die Darstellung von Formänderungen mit Hilfe von Gummimodellen ist in unserem Falle [natürlich in gewissen Grenzen] zulässig, weil die Rand-

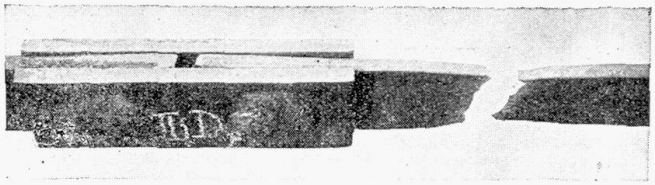

Fig. 6.

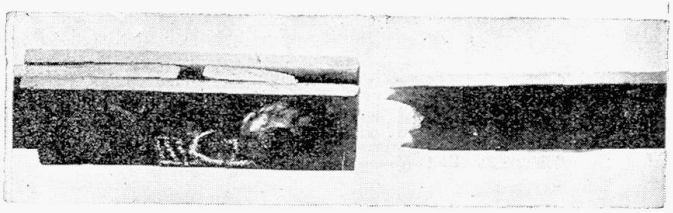

Fig. 7.

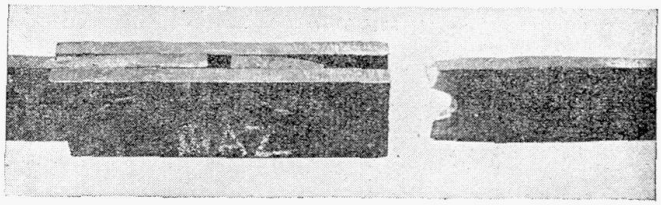

Fig. 8.

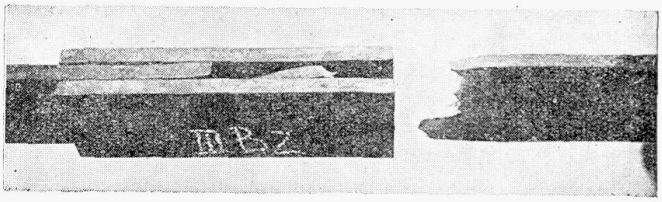

Fig. 9.

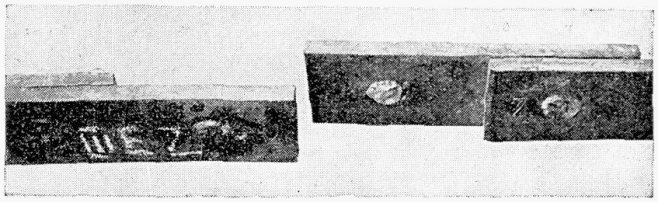

Fig. 10.

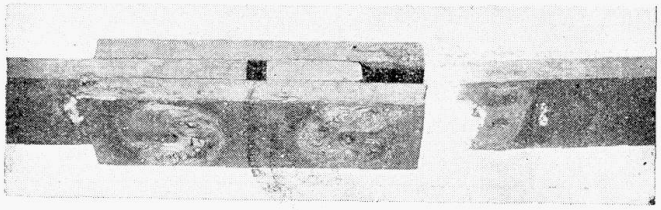

Fig. 11.

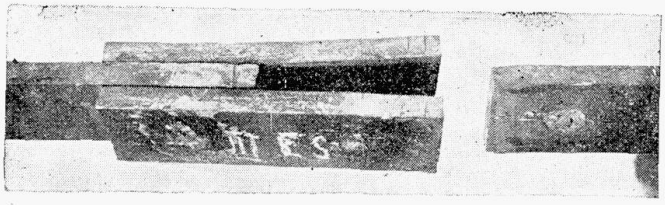

Fig. 12.

bedingungen unabhängig vom Elastizitätsmodul sind. Deshalb sind auch die Integrationskonstanten der Differentialgleichungen des inneren Gleichgewichts und der Laplace'schen Gleichung unabhängig vom Elastizitätsmodul. Diese Tatsache wurde zuerst von *Betzecki* veröffentlicht.

Aus den Formänderungen der Gummimodelle kann man schließen, daß die größte Spannung bei den Schweißverbindungen in der Mitte der Rundung des ausgefüllten Loches oder des Bolzens herrscht, im Falle der Nietverbindung dagegen am seitlichen Rande des Loches auftritt.

Die Spannungsverteilung in den Querschnitten der besprochenen Schweißverbindungen ist gleichmäßiger als bei den Nietverbindungen.

Außerdem muß der wichtige Umstand hervorgehoben werden, daß die ganze Verlängerung des Stabes bei Schweißverbindung kleiner ist als bei Nietverbindung. Das ist besonders bei Brückenbauten wichtig. Deshalb wurden

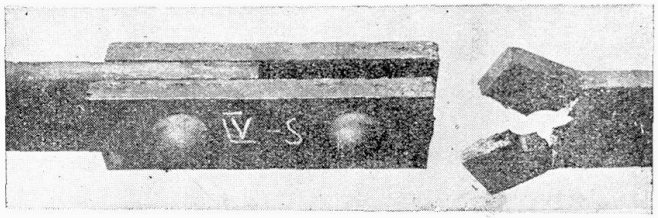

Fig. 13.

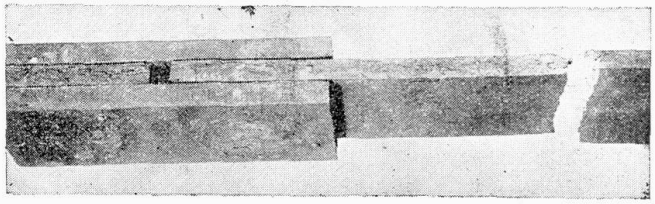

Fig. 14.

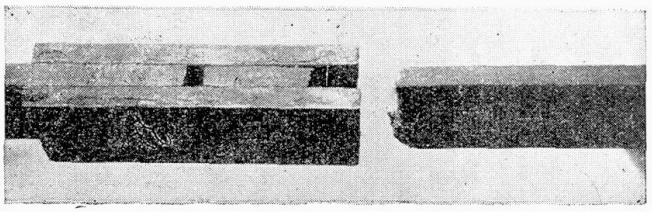

Fig. 15.

genaue Beobachtungen mit geeigneten Apparaten gemacht. Daraus ergab sich, daß die Formänderungen der obigen Schweißverbindung bis an die Streckgrenze des Materials praktisch dieselben sind wie diejenigen des ungelochten Materials. Das ist ein wichtiger Vorteil der Schweißverbindungen gegenüber den Nietverbindungen.

Wie bekannt ist, spielt bei den Nietverbindungen die Reibung eine wichtige Rolle. Daher tritt bei größeren Spannungen in vernieteten Elementen zunächst immer eine Verschiebung der Teile ein. Erst nachher beginnt die Beanspruchung auf Abscheren und Lochlaibungsdruck. Diese Eigenschaft der Niete kann man auch an den Gummimodellen gut beobachten.

Neben den Festigkeitseigenschaften der Proben wurden auch die Makro- und Mikrostruktur der Schweißverbindungen untersucht. An Hand der Fig. 17—25 kann man sagen, daß im allgemeinen das Einbrennen des Elektrodenmaterials normal ist; nur in wenigen Proben erreicht die Einbrandzone eine Länge von 4 mm. In den Nähten selbst kann man kleine Poren und Schlackenteilchen erkennen, sowie auch eine nicht ganz gute Nahtausführung in den

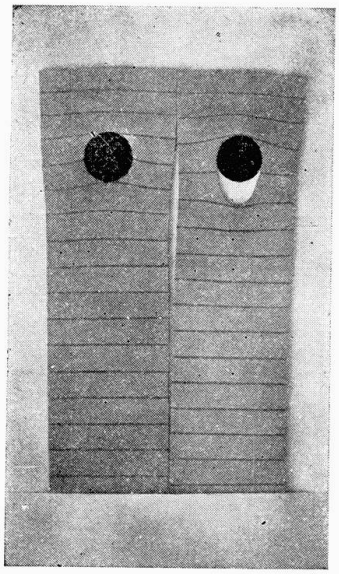

Fig. 16.

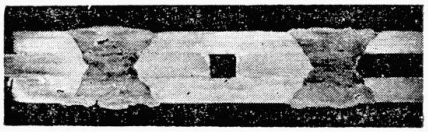

Fig. 17.

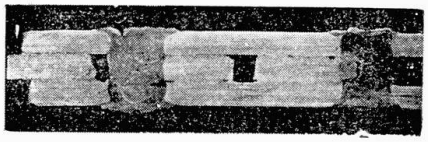

Fig. 18.

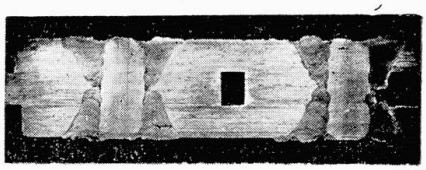

Fig. 19.

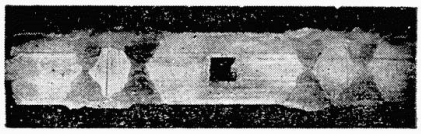

Fig. 20.

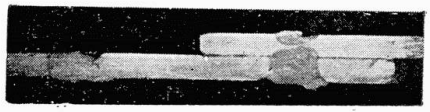

Fig. 21.

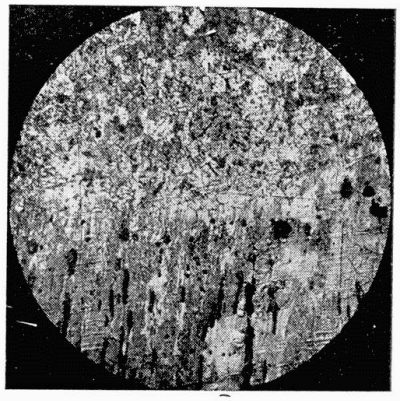

Fig. 22.

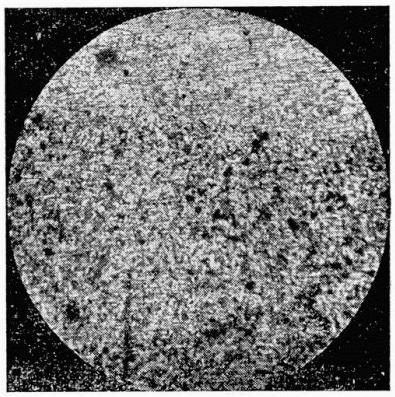

Fig. 23.

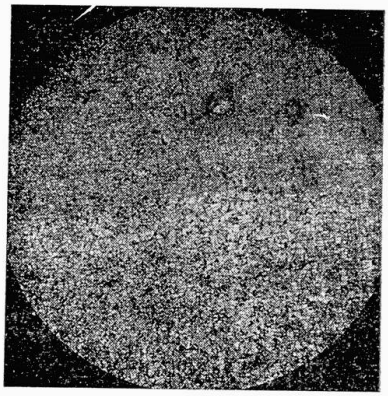

Fig. 24.

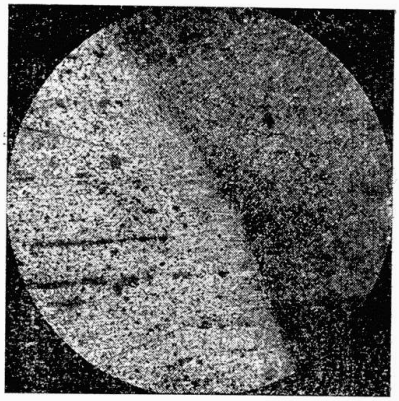

Fig. 25.

engsten Stellen der Bolzenverbindungen. Hieraus ergibt sich, daß man dort die Schweißung besser mit Elektroden ausführen sollte, die dünner als 4 mm sind.

Bei der Probematerialstruktur aus Flußstahl begrenzt sich die Veränderung auf den geringer gewordenen Anteil der Ferritkörner gegenüber den Perlitkörnern. Das hat aber keinen wesentlichen Einfluß auf die Festigkeitseigen-

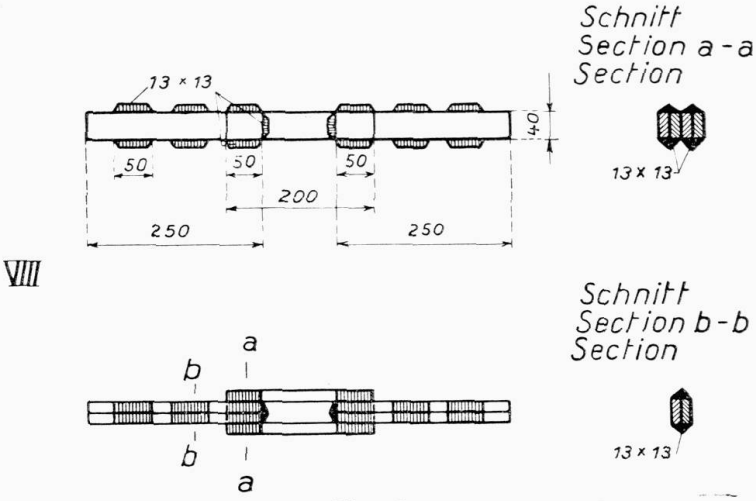

Fig. 26.

schaften des Materials. Die Naht selbst besitzt hauptsächlich Stahlgußstruktur, wobei manchmal die Anfänge der Widmannstätt'schen Struktur auftreten. Diese Struktur ist ein Zeichen von Sprödigkeit sowie einer Senkung der Elastizitäts- und Streckgrenze des Flußstahls.

In der Mikrostruktur bemerkten wir keine Risse, die besonders im Schweißeisen durch eine Schrumpfung der Nähte verursacht werden.

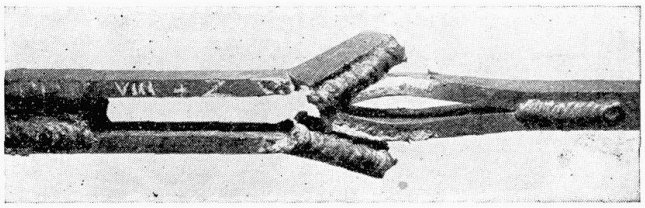

Fig. 27.

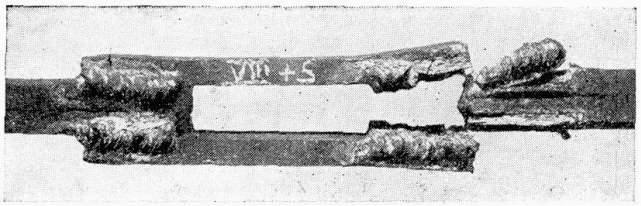

Fig. 28.

Zur Ausführung wurden die nackten Böhler'schen Elektroden verwendet, weil bei den umhüllten die Schlacke aus den engen Stellen nicht richtig abfließen konnte. Die Schweißung erfolgte mit Gleichstrom [16 V und 125 A].

Neben den bisher beschriebenen Untersuchungen haben wir noch weitere Proben ausgeführt, darunter eine besondere Naht auf Abscheren [Fig. 26].

Eine derartige Verbindung ist natürlich nicht wirtschaftlich, aber manchmal aus konstruktiven Gründen erforderlich [besonders bei Brückenverstärkungen]. Darum wurden die Proben in normaler und Überkopfschweißung ausgeführt. Ihre Festigkeitseigenschaften zeigt die Tabelle D.

Tabelle D.

Bezeichnung der Proben	P_B kg	P_B mittel kg	W_S mittel kg/cm	Art der Schweißung	Bemerkungen
VIII Z	27600	28633	2045	normal	Die Schweißraupe wurde abgeschert
	28100				„ „ „ „
	30200				Bruch der Lasche
VIII S	32400	30433	1672	normal	Bruch der mittleren Flacheisenstäbe
	32000				„ „ „ „
	26900				„ „ „ „
VIII Z	29200	28083	2006	Überkopfschweißen	Bruch der Lasche
	28700				„ „ „
	26350				Die Schweißraupe wurde abgeschert und gleichzeitiger Bruch der Lasche
VIII S	32000	28067	1542	Überkopfschweißen	Die Schweißraupe wurde abgeschert und gleichzeitiger Bruch der Lasche
	26800				Die mittleren Flacheisenstäbe wurden längs der Schweißnaht abgeschert
	25400				Die mittleren Flacheisenstäbe wurden längs der Schweißnaht abgeschert

Daraus kann man entnehmen, daß die Abscherfestigkeit der Naht brauchbar ist, wobei auch die überkopfgeschweißte nur wenig von der normalen Naht abweicht. Dabei ist aber anzufügen, daß derartige Verbindungen durch außermittige Kraftwirkung auf Biegung beansprucht werden [Fig. 27 und 28].

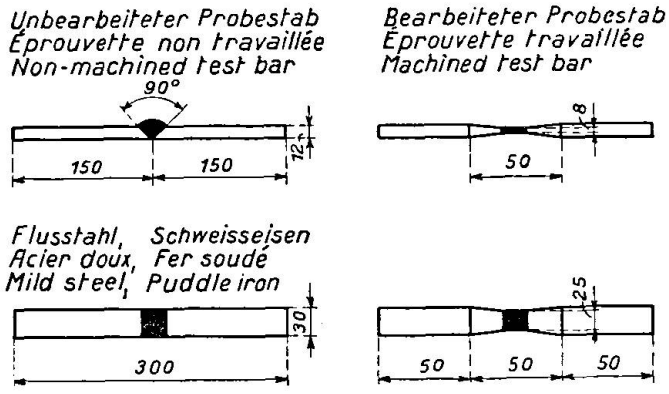

Fig. 29.

Schließlich wurden auch Proben vorgenommen zur Untersuchung der Festigkeit der Schweißverbindung zwischen Flußstahl und Schweißeisen. Die Art und Zahl dieser Proben entsprach den polnischen Vorschriften. Die Zugproben wurden halb aus Schweißeisen und halb aus Flußstahl von 30 × 12 mm Querschnitt und 300 mm Länge ausgeführt. In der Mitte sind sie mit einer *V*-Naht verbunden und dann nach Fig. 29 bearbeitet worden.

Die Prüfung auf Zugfestigkeit ergab folgende Resultate:

Bezeichnung der Probe	P_B kg	F cm²	$\sigma_{B\ mittel}$ kg / cm²
V	9 300 8 800 8 200	2.00 2.00 2.00	4 397

Man ersieht daraus, daß die Zugfestigkeit 4397 kg/cm² betrug, während sie nach den Vorschriften 80 % der Materialfestigkeit betragen sollte, d. i. $0{,}8 \times 3681 = 2945$ kg/cm².

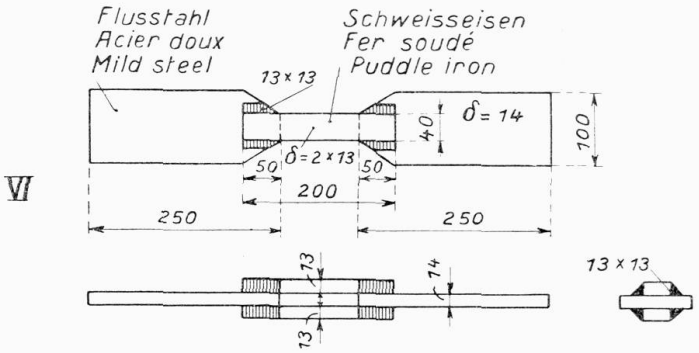

Fig. 30.

Proben auf Abscheren [Fig. 30] wurden aus zwei Schweißeisenstäben mit 40×13 mm Querschnitt ausgeführt, die durch Nähte 13×13 mm und 50 mm Länge mit den Flußstahlknotenblechen verbunden wurden.

Bezeichnung der Probe	P_B kg	$P_{B\ mittel}$ kg	$\sigma_{B\ mittel}$ kg / cm²
VI	32 500 34 200 34 600	33 707	3 241

Aus der Fig. 31 ist ersichtlich, daß nur ein Schweißeisenstab bei einer mittleren Spannung von 3241 kg/cm² zerrissen wurde, was ein guter Beweis dafür ist, daß diese Verbindung sehr günstig ist.

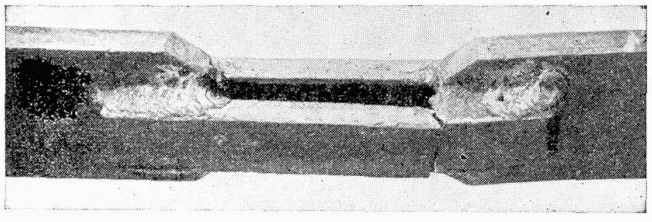

Fig. 31.

Proben auf Biegung wurden ebenfalls halb aus Schweißeisen und halb aus Flußstahl hergestellt. Diese beiden Teile sind durch eine V-Naht verbunden und dann nach Fig. 32 bearbeitet worden.

Diese Proben wurden langsam mit der Biegemaschine gebogen. Der erste Riß ist fast immer bei einem Neigungswinkel von ca. 37° auf der Schweißeisenseite beobachtet worden [Fig. 33].

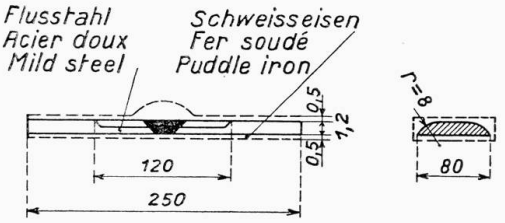

Fig. 32.

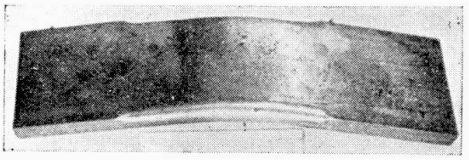

Fig. 33

Auf Grund dieser günstigen Untersuchungsresultate können Schweißeisenkonstruktionen mit Lichtbogenschweißung durch Flußstahl verstärkt werden.

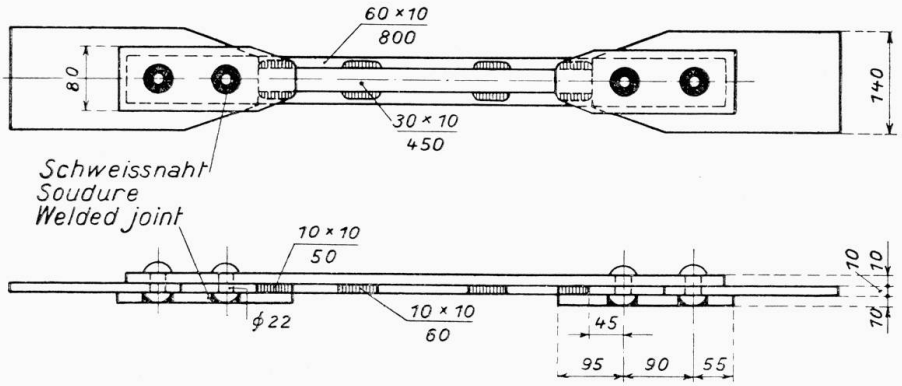

Fig. 34.

Bei einer Verstärkung von genieteten Brücken muß man sehr oft nicht nur den Querschnitt vergrößern, sondern auch die Zahl der Nieten, die den zu ver-

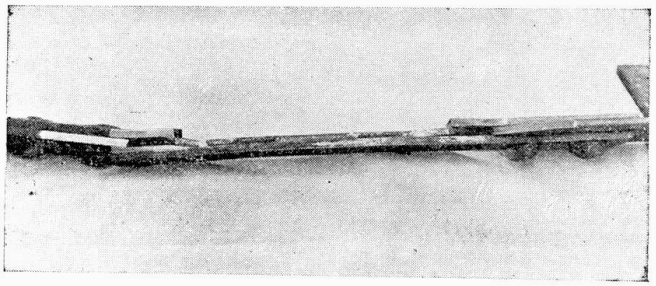

Fig. 35.

stärkenden Stab am Knotenblech befestigen. Deshalb wurden auch Proben mit Umwandlung einschnittiger in zweischnittige Nieten durchgeführt. Die zweite Abscherfläche bekommt man unmittelbar unter dem Nietkopf. Zu diesem Zwecke

legten wir auf die Lamellen Laschen mit Löchern von etwas größerem Durchmesser als die Nietköpfe. Dann wurden diese Nietköpfe mit der Lasche durch Elektrodenmaterial verschweißt, wie in Fig. 34 gezeigt ist.

Es sind sechs derartige Proben ausgeführt worden, davon drei mit Handnietung und drei mit Druckluftnietung. Wie aus der Fig. 35 ersichtlich ist, wurden die Probestäbe teilweise in den Nietlöchern und teilweise daneben zerrissen. Die Nieten selbst blieben unbeschädigt.

Daraus kann gefolgert werden, daß die beiden Nieten wie zweischnittige gearbeitet haben; andernfalls hätte ein Abscheren der Nieten eintreten müssen.

Schlußfolgerungen.

1. Die Verstärkung der Schweißeisenbrücken durch Lichtbogenschweißung mit Flußstahl als Verstärkungsmaterial ist aus technischen Gründen durchaus zulässig.
2. Die Konstruktionselemente, bei denen die Nietlöcher mit Elektrodenmaterial ausgefüllt sind, können als ungeschwächt angesehen werden.
3. Die Konstruktionselemente, die mit Hilfe angeschweißter konischer oder zylindrischer Bolzen verbunden sind, können ebenfalls als ungeschwächt betrachtet werden. Diese Verbindungsart kann auch zusammen mit Kehl-, Schlitz- und Stumpfnähten angewendet werden.
4. Kehlnähte mit gleichschenkligem Dreieckquerschnitt haben die gleichen Festigkeitseigenschaften wie gewöhnliche Kehlnähte.
5. Die einschnittigen Nieten, deren Köpfe mit aufgelegten Laschen verbunden sind, können als zweischnittige betrachtet werden.

Zusammenfassung.

Die Verfasser untersuchen die verschiedenen Möglichkeiten, eine Nietverbindung durch Schweißung zu verstärken. Es werden auch Vergleiche mit Gummimodellen gezogen. Auch an den Schweißverbindungen sind Proben ausgeführt worden, deren Ergebnisse mitgeteilt wurden.

Résumé.

Les auteurs étudient les différentes possibilités de remplacement des assemblages rivés par la soudure. Ils font une comparaison avec des modèles de caoutchouc. Ils exécutèrent aussi des essais à d'autres assemblages soudés et les résultats en sont communiqués.

Summary.

The authors study possibilities of strengthening riveted connections by welding. Comparisons are made with rubbermodels. Tests were carried out with welded connections, the results of which are reproduced in the paper.

Leere Seite
Blank page
Page vide