Diskussion

Autor(en): **Kayser, H.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **1 (1932)**

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-569

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

coûtent environ quatre fois plus cher que ceux qui sont posés à la machine automatique. On a employé des électrodes à âme spéciale Böhler-Elite ; la consommation de courant a été la suivante :

électrodes de	4 mm.	de diamètre	210 Ampères ;
»	5	»	250 Ampères ;
»	6	»	300 Ampères ;

La tension employée est de 18 à 20 volts, la consommation en électrodes atteignant à l'heure 1,8 à 2,5 kg.

III 4

ACTION COMBINÉE D'ASSEMBLAGES RIVÉS ET SOUDÉS
ZUSAMMENWIRKEN VON NIET- UND SCHWEISSVERBINDUNGEN
COMBINATION OF RIVETED AND WELDED CONNECTIONS

H. DUSTIN,
Professeur à l'Université libre et Directeur du Laboratoire des matériaux, Bruxelles.

Voir « Publication Préliminaire », p. 359. — *Siehe « Vorbericht », S. 359.* — See « Preliminary Publication », p. 359.

Participants à la discussion
Diskussionsteilnehmer
Participants in the discussion :

Dr. Ing. e. h. H. KAYSER,
Professor an der Technischen Hochschule, Darmstadt.

Meine bisherigen Veröffentlichungen über das Problem « Zusammenwirkung von Nietverbindung und Schweissnaht » haben in den beteiligten Fachkreisen erfreulicherweise Interesse gefunden, das sich in zustimmenden und abweichenden Stellungnahmen äusserte. Ich habe eindeutig darauf hingewiesen, dass die durchgeführten Versuche als Beitrag zur Lösung des Problems, nicht als die Lösung selbst aufzufassen sind. Andererseits lassen die Ergebnisse, die auch durch die Versuche von Prof. Dustin bestätigt werden, schon jetzt bestimmte Folgerungen zu, die ich nochmals in den Satz zusammenfassen möchte :

« Bei richtiger Anordung nehmen Schweissnaht und Niete gemeinschaftlich an der Kraftübertragung teil ; dabei werden die Niete zu etwa 2/3 ihrer Tragfähigkeit, die Schweissnaht voll ausgenutzt. Als « richtige Anordnung » kommen im allgemeinen nur Flankennähte in Betracht, d. h. Anordnungen bei denen die Kraftlinie der Nietreihen die Schweissnähte nicht schneidet. Denn es ist einleuchtend, dass auf eine Mitwirkung der Niete in der kombi-

nierten Verbindung nur dann zu rechnen ist, wenn der Anschluss so ausgebildet wird, dass die Nieten durch die elastische oder plastische Verformung der Bleche zur Mitwirkung gezwungen sind. (Abb. 1.)

In diesen Ueberlegungen glaube ich mit den Ausführungen von Professor Dustin vollkommen einig zu gehen. Die von ihm durchgeführten Versuche sind in ihrem Ergebnis so interessant und wertvoll, dass sie hohe Beachtung verdie-

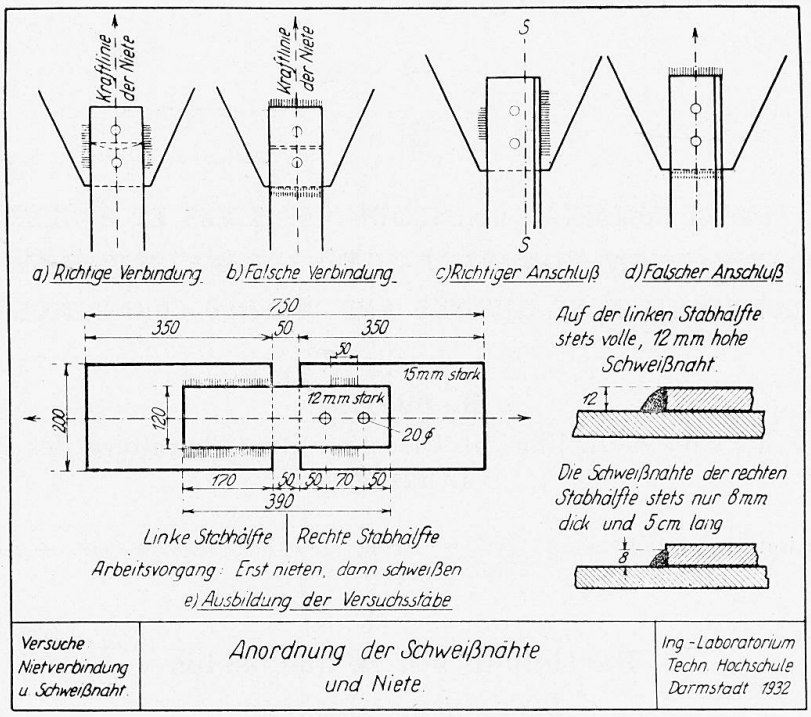

Fig. 1. — Disposition des cordons de soudure et des rivets
Anordnung der Schweissnähte und Niete = Arrangement of the welded joints and rivets.

Bon assemblage — Richtige Verbindung — Correct joint.
Mauvais assemblage — Falsche Verbindung — Incorrect joint.
Bon assemblage — Richtiger Anschluss — Correct connection.
Mauvais assemblage — Falscher Anschluss — Incorrect connection.
Ligne de force du rivetage — Kraftlinie der Niete — Line of action of the rivets.
... mm d'épaisseur — ... mm stark — ... mm thick.
Moitié de gauche — Linke Stabhälfte — Left half of piece.
Moitié de droite — Rechte Stabhälfte — Right half of piece.
Disposition des éprouvettes d'essai — Ausbildung der Versuchsstäbe — Form of the test piece.
Mode opératoire : river, puis souder — Arbeitsvorgang : erst nieten, dann schweissen — Prepared by first riveting and then welding.
Sur la moitié de gauche, cordon de soudure plein, de 12 mm. de hauteur — Auf der linken Stabhälfte stets volle, 12 mm hohe Schweissnaht — On the left half of the piece, always a full weld, 12 mm. high.
Sur la moitié de droite, cordons de soudure de 8 mm. d'épaisseur seulement et de 5 cm. de longueur — Die Schweissnähte der rechten Stabhälfte stets nur 8 mm dick und 5 cm lang — The welds on the right half of the piece always only 8 mm thick and 5 cm long.

nen. Sie bestätigen in vollem Umfange die von mir veröffentlichten Untersuchungen [1]. Gerade die Feststellung, dass das Zusammenwirken von Nietverbindung und Schweissnaht innerhalb gewisser Grenzen eine Funktion der Laschenbreite ist, bestätigt meine theoretischen Annahmen, die sich in

1. Kayser, Vers. über das Zusammenwirken von Nietverbindung und Schweissnaht. Stahlbau, 1930, Heft 13, desgl. Stahlbau 1931 Heft 11.

weitgehendem Masse auf die elastischen Formänderungen der Laschen und Bleche stützen.

Auch die ausserordentlich günstige Uebereinstimmung der einzelnen Versuchswerte Dustins mit den meinigen dürfte die Richtigkeit meiner Ansichten dartun. Die wesentliche Erhöhung der Festigkeit der kombinierten Verbindung gegenüber der nur geschweissten oder nur genieteten ist doch nicht zu leugnen. (Abb. 2.) Mit der von mir vorgeschlagenen Formel, bei der die Niete mit 2/3 ihrer Tragfähigkeit, die Schweissnähte als voll wirksam angesetzt

1 Gruppe Nr	2 Stab-bezeich-nung	3 Ausbildung der rechten Stabhälfte	4 Niet-quer-schnitt (cm²)	5 Schweiß-quer-schnitt (cm²)	6 Fließ-grenze P_{Fl} (t)	7 Fließ-spannung σ_{Fl} (t/cm²)	8 Bruch-grenze P_B (t)	9 Bruch-spannung σ_B (t/cm²)	10 Umgerechnete Bruchlast der Schweißnaht P_{B_S} (t)	11 2/3 Niet-bruch-last (t)	12 Vorausberech-nete kombin. Bruchlast P_{B_k} (t)
I	A_I		12,5	—	29,93	2,39	46,22	3,70	—	—	—
II	A_{II}		—	13,96	34,00	2,36	63,15	4,49	—	—	—
III	A_{III}		12,5	12,00	nicht feststellbar		79,28	—	12,00·4,49=53,9	30,8	84,60
IV	A_{IV}		—	12,03	38,27	3,20	49,23	4,11	—	—	—
V	A_V		12,5	12,53	62,66	—	88,46	—	12,03·4,11=49,5	30,8	80,20
VI	A_{VI}		—	12,17	41,90	3,50	55,57	4,58	—	—	—
VII	A_{VII}		12,5	12,60	57,90	—	81,40	—	12,6·4,58=57,7	30,8	88,50
Versuche Nietverbindung u. Schweißnaht		Versuchsergebnisse von Probestäben aus St. 37.									Ing.-Laboratorium Techn. Hochschule Darmstadt 1930.

Fig. 2. — Résultats des essais sur éprouvettes en acier St 37
= Versuchsergebnisse von Probestäben aus St 37 = Test results with test pieces of St. 37.

Groupe n° Désignation de l'éprouvette — Gruppe Nr Stabbezeichnung — Group N°. Mark on test piece.
Disposition de la moitié de droite — Ausbildung der rechten Stabhälfte — Form of right half of piece.
Section de rivure — Nietquerschnitt — Riveted cross-section.
Section de soudure — Schweissquerschnitt — Welded cross-section.
Limite d'écoulement en t — Fliessgrenze — Yield point.
Contrainte d'écoulement en t/cm² — Fliesspannung — Yield stress.
Charge de rupture en t — Bruchgrenze — Breaking point.
Contrainte de rupture en t/cm² — Bruchspannung — Breaking stress.
Charge de rupture calculée pour le cordon de soudure en t — Umgerechnete Bruchlast der Schweissnaht — Calculated breaking load of the welded joint.
2/3 de la charge de rupture des rivets en t — 2/3. Nietbruchlast — 2/3 rivet breaking load.
Charge de rupture combinée résultante en t — Vorausberechnete kombin. Bruchlast — Combined breaking load, calculated beforchand.

wurden, sollte das Problem in allen Einzelheiten noch nicht gelöst sein. Immerhin scheinen mir gerade die Ergebnisse von Professor Dustin zu beweisen, dass die Formel sehr wohl anwendbar ist. Denn wenn sich zwar Abweichungen bis zu 20% zwischen dem vorberechneten und gemessenen Wert ergeben, so ist doch mit grösster Betonung darauf hinzuweisen, dass die Abweichungen stets auf der sicheren Seite liegen und damit die Formel vom Standpunkt der Sicherheit sehr wohl vertretbar ist, auch wenn sich vielleicht auf Grund weiterer versuchstechnischer Ermittlungen noch Abänderungen ergeben sollten.

Welche Sicherheitsgrade bei Nieten, bei Schweissnähten und kombinierten Verbindungen vorhanden sind, zeigt die Abb. 3.

Wenn ich die Versuchsergebnisse Dustins nochmals zusammenfassend überblicke, kann ich nicht ganz verstehen, dass Prof. Dustin zu den Schlussfolgerungen seines Referates kommt, in denen er eine Vereinigung von Nie-

tung und Schweissung im allgemeinen als wenig zweckmässig erachtet. M. E. sind diese Versuchsergebnisse eine ausserordentlich wertvolle Bestätigung meiner Auffassung, umso wertvoller als sie von völlig neutraler Stelle durchgeführt wurden, und beweisen gerade, dass ein Zusammenwirken beider Verbindungsarten stattfindet. Sehr anschaulich zeigt das folgende Lichtbild (Abb. 4) diese gemeinschaftliche Wirkung kurz vor dem Bruch der Naht in der plastischen Deformation der Niete.

Bestimmte Diskussionen in der Fachliteratur über das gleiche Problem

Nietung							Schweißung $\sigma_{zul\ Abscheren} = 0{,}75\ t/cm^2$					
Gruppe	Nietquerschnitt F_N (cm²)	Zulässige Beanspruchung der Niete σ_{aN} (t/cm²)	Nutzlast $P_{zul\,N}$ (t)	Bruchlast P_{BN} (t)	Sicherheitsgrad $\frac{P_{BN}}{P_{zul\,N}} = n_N$	Mittlerer Sicherheitsgrad n_{Nm}	Gruppe	Schweißquerschnitt F_S (cm²)	Nutzlast $P_{zul\,S}$ (t)	Bruchlast P_{BS} (t)	Sicherheitsgrad $\frac{P_{BS}}{P_{zul\,S}} = n_S$	Mittlerer Sicherheitsgrad n_{Sm}
I	12,5	0,8 · 1,400	14,0	45,41	3,24	3,30	II	14,0	10,5	62,66	5,95	6,03
	12,5	0,8 · 1,400	14,0	46,45	3,31			14,7	11,0	63,77	5,80	
	12,5	0,8 · 1,400	14,0	46,80	3,34			13,2	9,9	63,02	6,36	

Kombinierte Verbindung									
Gruppe	Nietquerschnitt F_N (cm²)	Zulässige Beanspruchung der Niete σ_{aN} (t/cm²)	Nutzlast $P_{zul\,N}$ (t)	Schweißquerschnitt F_S (cm²)	Nutzlast $P_{zul\,S}$ (t)	Nutzlast $P_{zul\,S} + P_{zul\,N}$ (t)	Bruchlast P_B (t)	Sicherheitsgrad $\frac{P_{Bruch}}{P_{zul}} = n$	Mittlerer Sicherheitsgrad n_m
III	12,5	0,850	10,6	12,10	9,10	19,70	81,06	4,11	4,11
	12,5	0,850	10,6	11,30	8,50	19,10	79,28	4,15	
	12,5	0,850	10,6	12,60	9,45	19,05	77,51	4,06	

Versuche Nietverbindung u. Schweißnaht	Zulässige Belastung und Sicherheitsgrad bei Probestäben aus St 37.	Ing.-Laboratorium Techn. Hochschule Darmstadt 1932.

Fig. 3. — Charge admissible et degré de sécurité pour les éprouvettes en acier St. 37 = Zulässige Belastung und Sicherheitsgrad bei Probestäben aus St 37 = Permissible loading and factor of safety with test pieces of St. 37.

Rivure — Nietung — Riveting.
Soudure — Schweissung — Welding.
Assemblage mixte — Kombinierte Verbindung — Combined connection.
Section de rivetage — Nietquerschnitt — Welded cross-section.
Contrainte admissible dans les rivets — Zulässige Beanspruchung der Niete — Permissible stressing of the rivets.
Charge de rupture — Bruchlast — Breaking load.
Charge utile — Nutzlast — Working load.
Coefficient de sécurité — Sicherheitsgrad — Factor of safety.
Coefficient de sécurité moyen — Mittlerer Sicherheitsgrad — Average factor of safety.

veranlassen mich, auf einen weiteren Punkt noch einzugehen. Meine Versuche sind zunächst nur auf die Feststellung der Bruchlasten abgestellt gewesen. Ich gebe ohne weiteres zu, dass diese Beschränkung zunächst in der Schwierigkeit der Messungen im elastischen Bereich begründet ist. Auch bei anderen statischen Problemen ist man gewöhnt, bei der Bemessung der zulässigen Belastung von der Bruchlast auszugehen. Ich erinnere an die Verhältnisse des Eisenbetonbaus, bei dem ja die gesamten Berechnungsgrundlagen auf den Bruchzustand eingestellt sind. Demnach scheint es mir auch bei den kombinierten Niet- und Schweissverbindungen berechtigt, zunächst von der Bruchlast auszugehen ; dies umso mehr, als die Erforschung

des elastischen Bereiches grosse Schwierigkeiten bereitet und wenn man auf deren Ueberwindung warten wollte, die Einführung des Schweissens im Stahlbau vielleicht noch recht lange zurückstellen müsste. Damit soll nun keineswegs gesagt sein, dass die Feststellung des Verhaltens im elastischen Bereich selbst nicht wichtig wäre.

Aus den in meinem Laboratorium durchgeführten Versuchen folgt, dass die Behauptung, die man vielfach in der Literatur findet, dass im untern Lastbereich

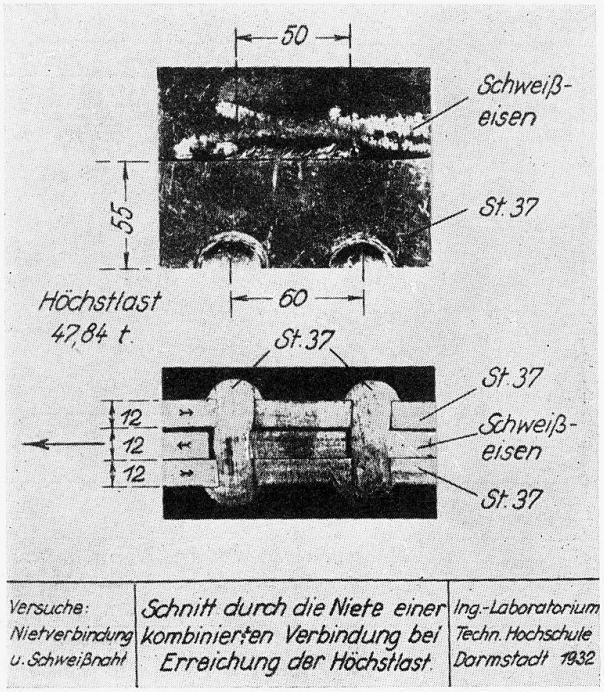

Fig. 4. — Coupe effectuée à la charge maximum dans un assemblage mixte, au milieu du rivetage = Schnitt durch die Niete einer kombinierten Verbindung bei Erreichung der Höchstlast = Section through the rivets of a combined connection on reaching maximum load.
Fer — Schweisseisen — Weld iron.
Charge maximum — Höchstlast — Max load.

allein die Schweissnaht die Kraft zu übertragen hätte und die Niete so gut wie nicht mitwirkten, nicht haltbar ist. Man vergegenwärtige sich, dass in Wirklichkeit die Niete nicht nur durch ihre Abscher- oder Lochleibungsfestigkeit tragen, die ja zweifellos erst nach gewissen Formänderungen eintreten kann, sondern bereits von der geringsten Laststufe an durch ihren Reibungswert mitwirken. Dieser Reibungswert zwischen den Blechen wird noch verstärkt durch die Reibung der Bleche infolge der Abkühlungsschrumpfung der Schweissnaht selbst. Allein schon diese Ueberlegungen zeigen, dass die Tragfähigkeit der Verbindung im elastischen Bereich bereits durch weitere Nietkräfte beachtlich beeinflusst wird. (Vgl. Abb. 5.)

Neuere Versuchsergebnisse [1] beweisen eindeutig, dass bei den kombinierten

1. Vgl. Kayser, Ueber das Zusammenwirken von Nietverbindungen und Schweissnaht. Zeitschr. « Der Stahlbau », 1932, Heft 19, Seite 145 & ff.)

Verbindungen von Schweisseisenblechen mit gleichartigen oder St 37 Laschen die Niete und Schweissnähte zusammenwirken. Setzt man die Niete mit 2/3 ihrer vollen Nutzlast ein, so ergeben sich für die kombinierten Verbindungen Sicherheitsgrade, die als völlig ausreichend zu bezeichnen sind. Es dürfte damit der Beweis erbracht sein, dass meine früher vorgeschlagene Berechnungsmethode auch bei schweisseisernen Konstruktionen anwendbar ist, und dass das Stahlmaterial — ob Laschen aus Schweisseisen oder aus St 37 — für die Ergebnisse ohne Belang bleibt.

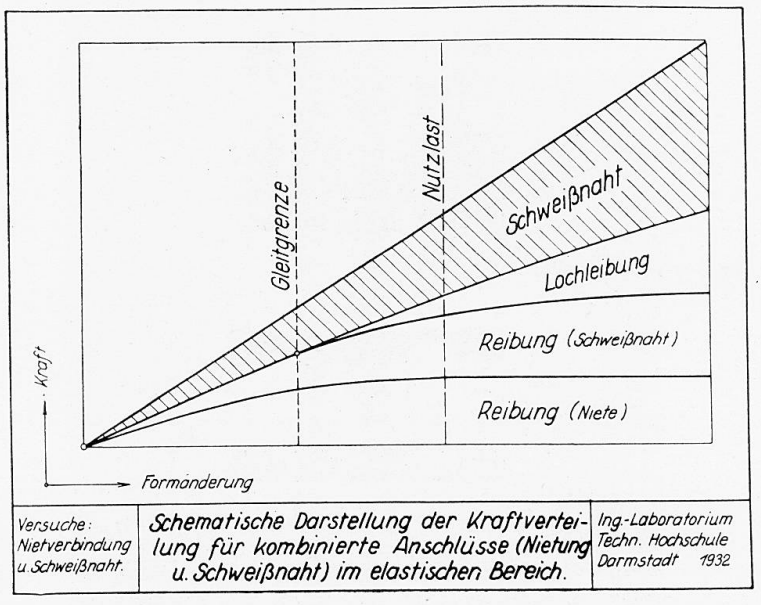

Fig. 5. — Représentation schématique de la répartition des efforts dans un assemblage combiné (rivure et soudure), dans le domaine élastique = Schematische Darstellung der Kraftverteilung für kombinierte Anschlüsse (Nietung und Schweissnaht) im elastischen Bereich = Diagrammatic representation of the distribution of forces in combined connections (riveting and welding) in the elastic zone.

Efforts, — Kraft — Force.
Déformations — Formänderung — Deformation.
Limite de glissement — Gleitgrenze — Slip limit.
Charge utile — Nutzlast — Working load.
Cordon de soudure — Schweissnaht — Weld.
Parois des trous de rivets — Lochleibung — Hole friction.
Frottement (cordon de soudure) — Riebung (Schweissnaht) — Friction (Welded joint).
Frottement (rivets) — Reibung (Niete) — Friction (rivets).

Wenn die erhaltenen Versuchsergebnisse die Richtigkeit meiner Behauptung über das Zusammenwirken von Nieten und Schweissnaht auch bei Verwendung von Schweisseisen beweisen, so darf ich mit Befriedigung feststellen, dass sich neuerdings auch andere Forscher zu der gleichen Auffassung bekennen [1].

---

1. Vgl. Prof. Bryla, Versuche über die Verstärkung von Nietverbindungen durch Schweissen. Erster Band der « Abhandlungen » der Intern. Vereinigung für Brückenbau und Hochbau 1932, Seite 9 & ff.

Vgl. Prof. Gaber, Zusammenwirken von Nietung und Schweissung bei Zug und Druck. « Der Bauingenieur »: 1932, S. 290 & ff.

Diese andern Forschungsergebnisse sind durchaus geeignet, meine über dieses Problem angestellten Erwägungen und eigenen Versuchsarbeiten zu bestätigen.

Traduction.

J'ai été satisfait de constater que les travaux que j'ai déjà publiés sur le problème de l' « Action combinée de la Rivure et de la Soudure » ont éveillé l'intérêt des milieux spécialisés, que cet intérêt se soit traduit par des appro-

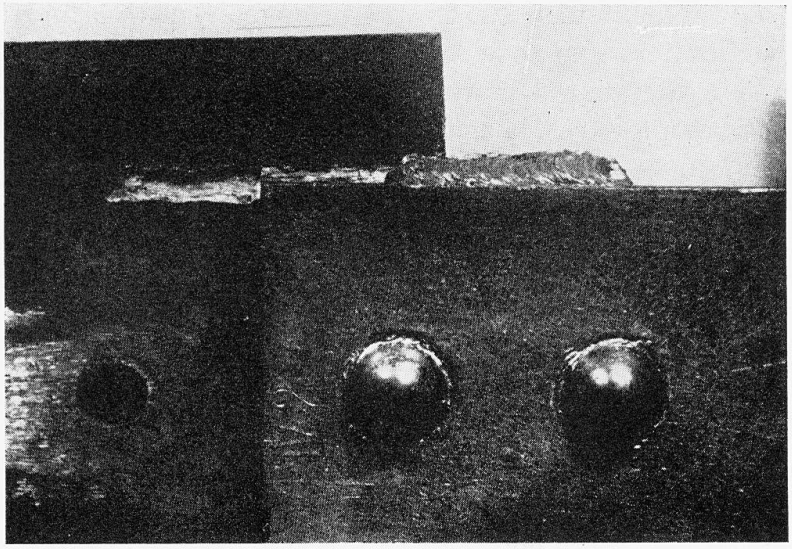

Fig. 6.

bations ou par des désapprobations. J'ai indiqué d'une manière très nette que les essais qui ont été ainsi effectués ne doivent être considérés que comme une contribution à l'étude du problème, mais qu'ils n'en constituent nullement la solution elle-même. Par ailleurs, les résultats obtenus, qui se sont trouvés également confirmés par les essais du Professeur Dustin, permettent déjà des conclusions précises, que je résumerai à nouveau ci-dessous :

En ayant soin d'adopter une disposition judicieuse, le cordon de soudure et les rivets participent tous deux aux efforts à supporter ; les rivets sont utilisés aux 2/3 de leur capacité et le cordon de soudure est intégralement utilisé. Par « disposition judicieuse », on n'entend, en général, que les cordons latéraux, c'est-à-dire ceux qui sont disposés de telle sorte que la direction suivant laquelle s'exerce l'action des rivets ne coupe pas le cordon de soudure. Il est en effet évident que l'on ne peut compter réaliser la participation du rivetage à l'assemblage combiné que si cet assemblage est conçu de telle sorte que les rivets se trouvent précisément contraints à travailler également par suite de la déformation élastique ou plastique des tôles (figure 1).

Dans cet ordre d'idées, je crois être parfaitement d'accord avec le Professeur Dustin. Les essais qui ont été effectués par lui conduisent à un résultat si

Zusammenfassung.

1. Auch die Versuche von Prof. Dustin beweisen, dass ein Zusammenwirken von Niet- und Schweissverbindungen stattfindet.

2. Die von mir abgeleiteten Formeln zur Berechnung kombinierter Verbindungen liefern brauchbare Werte und bieten im Vergleich mit der Nutzlast ausreichende Sicherheit.

3. Die gemeinsame Wirkung beider Verbindungen kann daher in Rechnung gestellt werden, wenn die Wirtschaftlichkeit der Arbeiten es verlangt oder die technischen Voraussetzungen der Konstruktionen es erfordern.

4. Die Anwendungsmöglichkeit der kombinierten Verbindung besteht sowohl für die Verstärkung alter Bauwerke in Schweisseisen oder Stahl, als auch für die Herstellung neuer Bauten.

Résumé.

1. Les essais de M. le Prof. Dustin montrent qu'il se produit, dans les assemblages rivés et soudés, un effet de combinaison entre la rivure et la soudure.

2. Les formules que j'ai établies pour le calcul des assemblages combinés donnent des valeurs pratiques effectives et offrent une sécurité suffisante, en ce qui concerne la charge effective.

3. L'action commune résultante, fournie par les deux modes d'assemblages, employés simultanément, peut donc être prise en considération, qu'il s'agisse d'aboutir à des conditions économiques convenables ou d'observer les conditions techniques de la construction.

4. On peut recourir à l'emploi des assemblages combinés non seulement pour renforcer d'anciens ouvrages en fer forgé ou en acier, mais également pour la construction de nouveaux ouvrages.

Summary

1. Also Prof. Dustin's test prove that there is collaboration between riveted and welded joints.

2. The formulae derived by the author for calculating combined joints give serviceable values and offer ample safety in comparison with the working load.

3. The acting in common of the two joints may therefore be taken into account, when the economy of the work demands or the technical assumptions of the design require.

4. The possibility of adopting the combined joint arises both when strengthening old wrought iron or steel structures, and when erecting new ones.