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

Band: 2 (1936)

Artikel: Versuche mit geschweissten Rahmenecken, insonderheit für dynamisch hoch beanspruchte Vierendeelträger

Autor: Dörnen, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-2844

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: 07.08.2025

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

V 7

Versuche mit geschweißten Rahmenecken, insonderheit für dynamisch hoch beanspruchte Vierendeelträger.

Essais sur noeuds rigides soudés, spécialement de poutres Vierendeel soumises à de fortes sollicitations dynamiques.

Experiments on Welded Frame Intersections, with Special Reference to Vierendeel Girders Subject to Heavy Dynamic Stresses.

Dr. Ing. A. Dörnen,
Dortmund-Derne.

Die beiden Gegenüberstellungen Fig. 1 (siehe *Schaper*, Fig. 3, Vorbericht S. 1370) und Fig. 2 von rahmenartigen Stahlbauteilen für den bzw. gleichen Zweck, aber in genieteter und geschweißter Ausführung, sprechen beide in *ästhetischer* und *technischer* Hinsicht für das Schweißen. Der Rahmen der Fig. 2 ist genietet auch kaum noch einwandfrei herzustellen. Eine Anzahl Nieten erhält zu große Schaftlängen, eine große Anzahl Nieten läßt sich nicht einwandfrei bzw. überhaupt nicht schlagen, und eine noch größere Anzahl Nieten läßt sich nicht auswechseln. Man erkennt, daß man an der Grenze des Nietbaren ist.

In beiden Fällen ist die geschweißte Ausführung auch unbedingt *wirtschaftlicher*. Ziemlich übereinstimmend sind in beiden Fällen die Gestehungskosten für die genietete Ausführung rund 17 % höher. Bezüglich der Rahmen nach Fig. 1 ist dies durch Ausführung von 27 genieteten und 25 geschweißten Rahmen bestätigt. Nun liegen bei vollwandigen Rahmenteilen die Verhältnisse für das Schweißen recht günstig. Man konnte daher — Professor *Campus* bestätigt dies in seinem Referat — erwarten, daß für Vierendeelträger, die praktisch nur aus Rahmenecken bestehen, das Schweißen besonders am Platze ist.

Im Jahre 1932 regte aus solchen Erwägungen heraus Reichsbahndirektor *Dr. Dr. Schaper* Dauerversuche mit geschweißten Rahmenecken für Vierendeelträger an. Diese Versuche sind in den Jahren 1933—36 von Reichsbahnoberrat *Dr. Krabbe* und mir in meinem Werke gemeinsam ausgeführt worden. Das Ziel war die Konstruktion von geschweißten Vierendeel-Ecken für dynamisch hochbeanspruchte Eisenbahnbrücken und sollte als erreicht gelten, wenn die Ecken, hergestellt aus St. 37, zwei Millionen Wechsel mit einer Wechselbeanspruchung von $\pm$ 1400 kg/cm² ohne Schaden aushielten. Um brauchbare Ergebnisse zu bekommen, sollten die Versuchsstücke nicht zu klein sein und rund

ein Drittel natürlicher Größe für eine eingleisige Eisenbahnbrücke Klasse „N“ von 50 m Stützweite haben. Fig. 3 und Fig. 4 zeigen die Versuchsmaschine und deren Wirkungsweise. Wechselfrequenz rund 25 je Minute. 27 Stücke sind insgesamt untersucht worden.

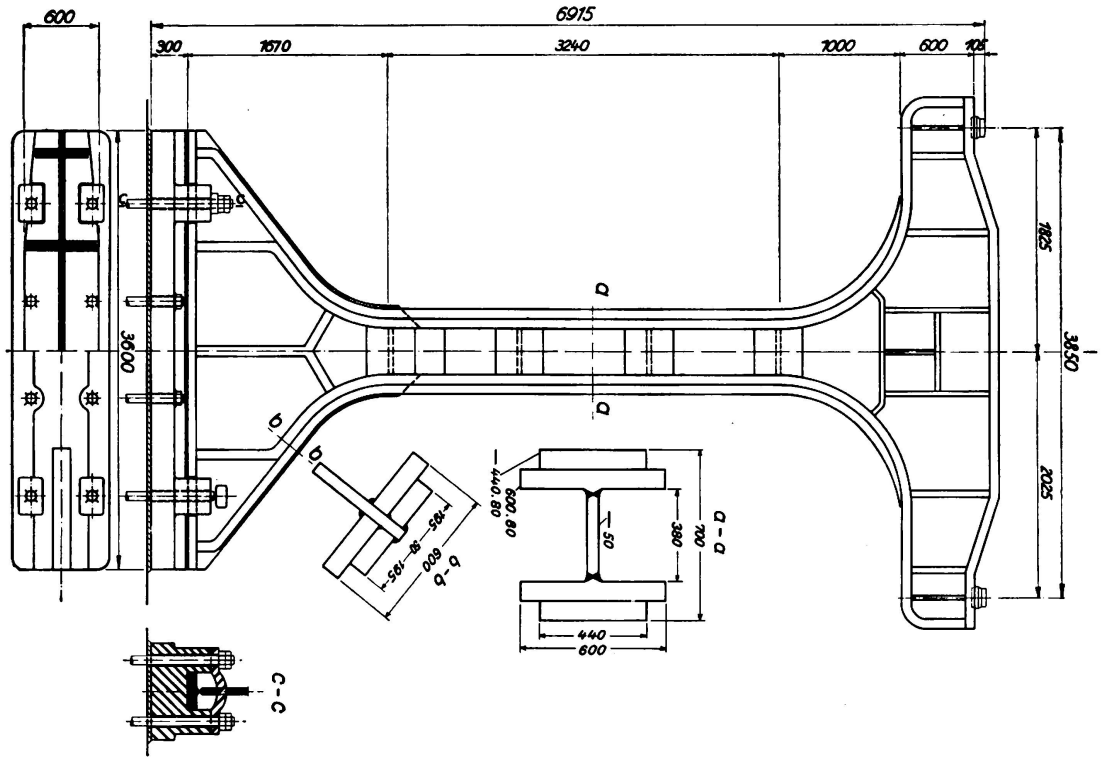
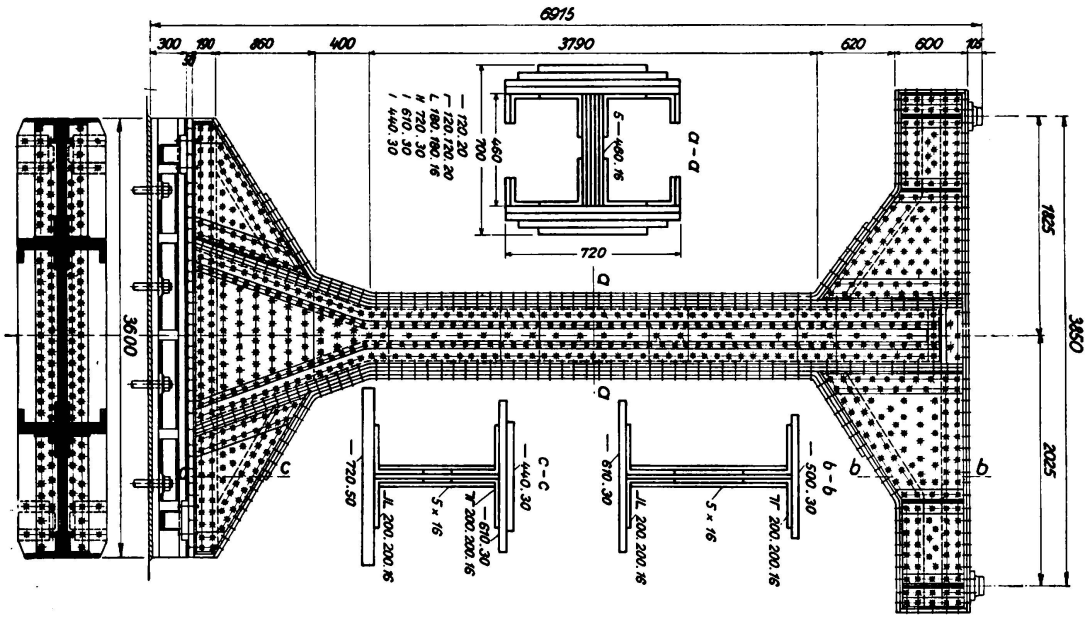


Fig. 2.



Für *statisch* beanspruchte Bauwerke hatte man in Deutschland schon geschweißte Vierendeelträger verwandt. Fig. 5 stellt ein Hauptträgerstück des Reiterstellwerks in Stendal dar.[1] Man ist bestrebt gewesen, dem ordnungsmäßigen

[1] Dr. Ing. *Schröder:* Zustandsänderungen und Spannungen während der Schweißung des Stahlbaues für das Reiterstellwerk in Stendal „Der Bauingenieur“ 1932, Heft 19/20.

Kraftverlauf durch in den Ecken verstärkte Stegbleche und aufgeschweißte Rippenstege gerecht zu werden. Schweißtechnische Bedenken spielen ebenso wie bei dem nächsten Beispiel keine Rolle, da es sich um in der Hauptsache

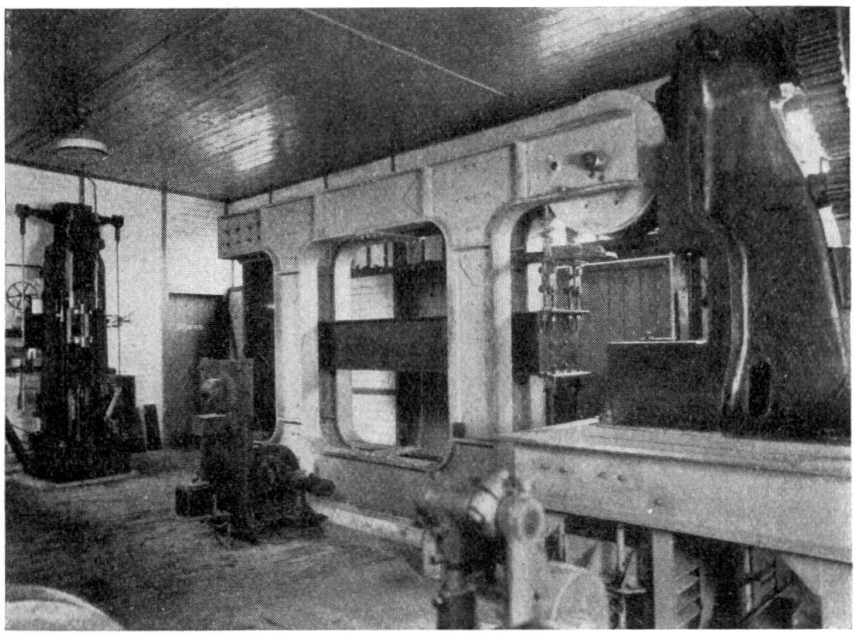


Fig. 3.

statisch beanspruchte Bauwerke handelt. Fig. 6 zeigt einen der fertigen Binderunterzüge von 25 m Stützweite für den Hauptbahnhof Düsseldorf und Fig. 7

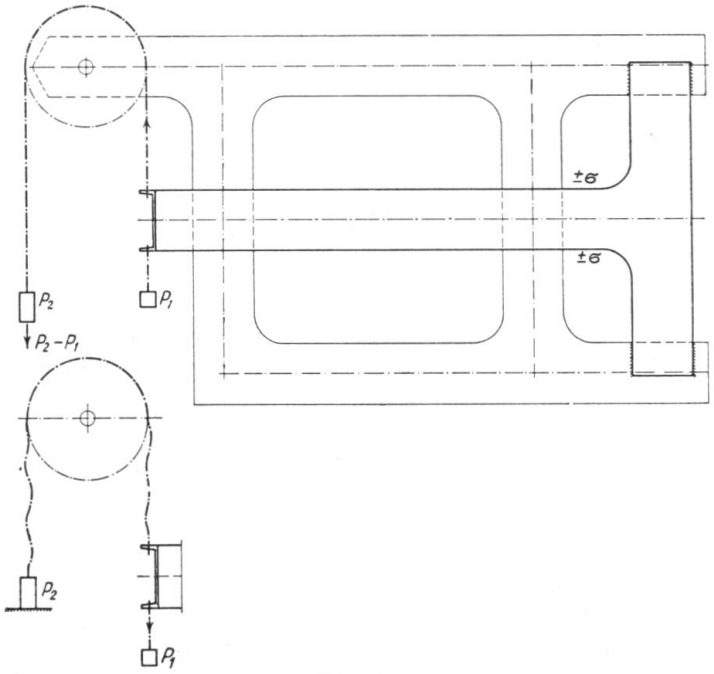


Fig. 4.

die Durchbildung eines Knotenpunktes. Die Konstruktion ist außerordentlich billig und trotz der reichlichen Verwendung von Formstahl leicht geworden.

Die eingeleiteten Dauerversuche sollten sich aber mit *dynamisch* beanspruchten Ecken befassen. In Fig. 8 und Fig. 9 sind die Konstruktionen der verschiedenen Ecken dargestellt.

Bezüglich der Art der Konstruktion kann man bei den untersuchten Rahmenecken drei Gruppen unterscheiden:

Bei der ersten Gruppe gehen die Flanschen der Pfosten in die Flanschen der Gurtungen über, ohne daß weitere Konstruktionselemente für die Durchleitung von Kräften oder dergl. vorgesehen sind (Fig. 8a, 8b, 9e).

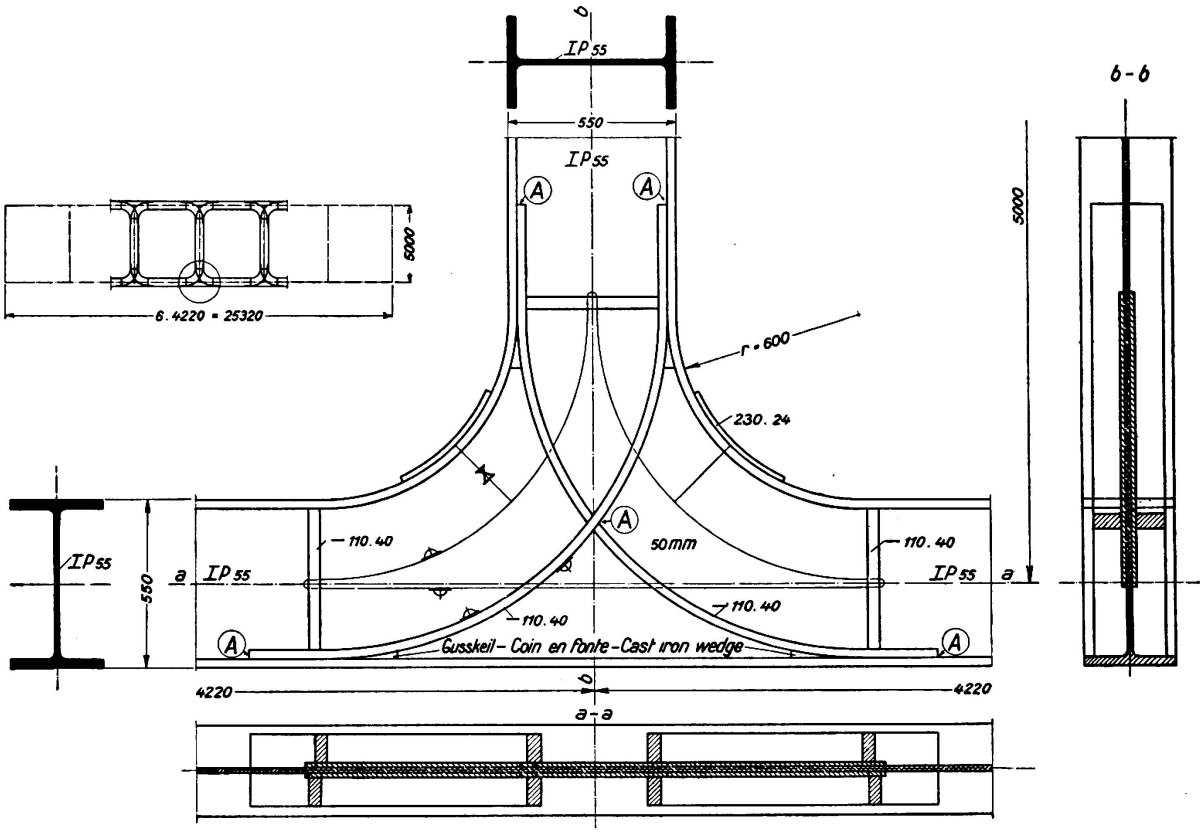


Fig. 5.

Bei der zweiten Gruppe sind die Flansche gegen Verwerfungen gestützt durch auf- bzw. eingeschweißte Blechstücke (Fig. 8c und 8d).

Bei der dritten Gruppe sind besondere Konstruktionselemente eingefügt, um den Übergang der Kräfte aus dem Pfosten in die Gurtungen und umgekehrt zu erleichtern. Dies ist versucht worden bei Fig. 8e durch beiderseits auf das Stegblech aufgeschweißte Stahlgußgitter, bei Fig. 9a durch ein eingeschweißtes Stahlgußstück, gegen welches die Stegbleche der Gurtung und des Pfostens stoßen. Bei den Fig. 9b und 9c sind zum gleichen Zwecke die Flanschen des Pfostens durch die Flanschen der Gurtung hindurchgeführt.

Die Ecke nach Fig. 10 hat als erste die gestellten Bedingungen erfüllt. Sie hat zwei Millionen Wechsel mit $\pm$ 1400 kg/cm² und anschließend 1,5 Millionen Wechsel mit $\pm$ 1800 kg/cm² ausgehalten, ohne daß Beschädigungen festzustellen waren. Sie ist denkbar einfach. Von der Ecke Fig. 9e unterscheidet sie sich nur dadurch, daß an Stelle der Flacheisenflanschen solche aus einem T-för-

migen Walzprofil benutzt worden sind. Die Ecke Fig. 9e mit Flanschen aus einfachen Flacheisen hat bedeutend weniger ausgehalten.

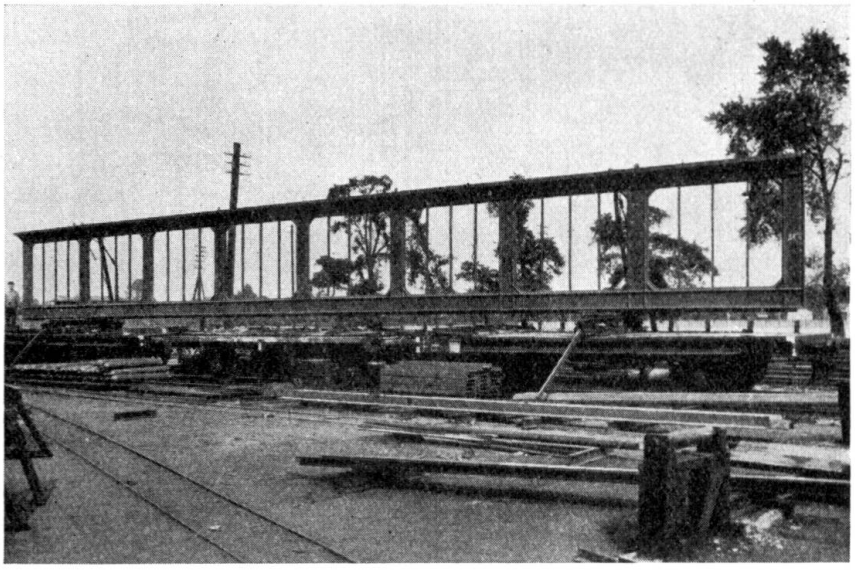


Fig. 6.

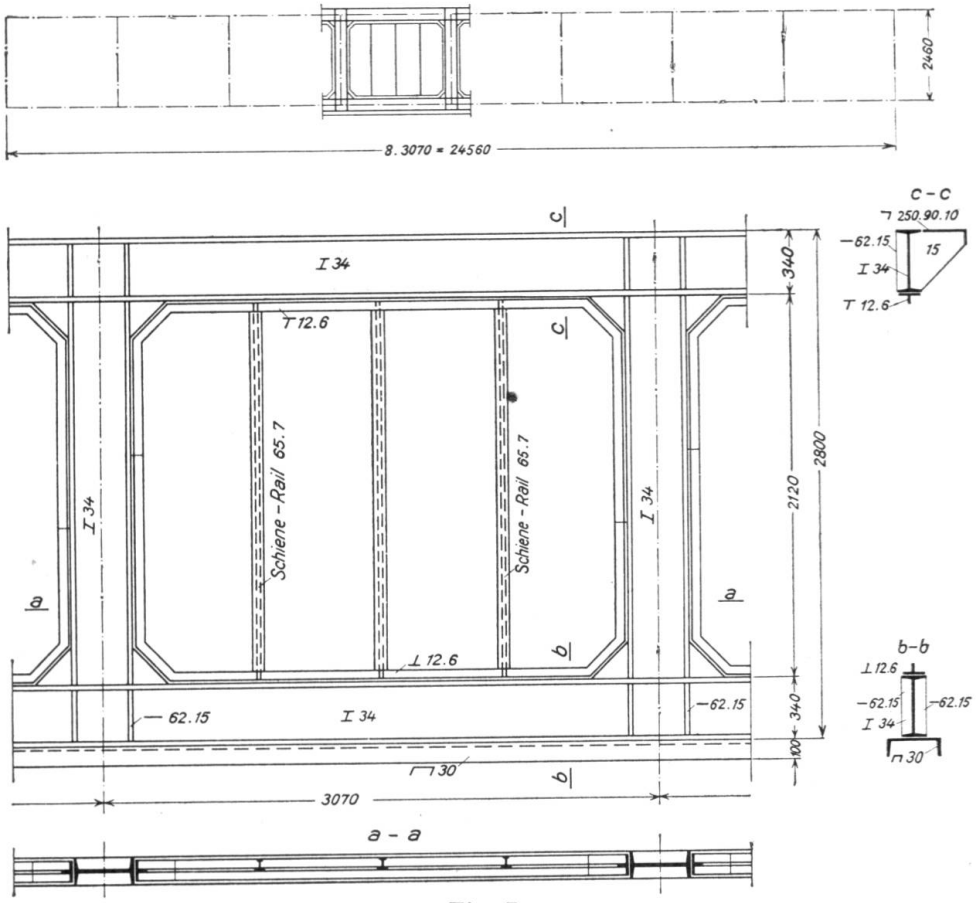


Fig. 7.

Während der Versuche trat ein Bedarfsfall ein. Es handelte sich um eine dynamisch hoch beanspruchte Tragkonstruktion für die Wagenkästen eines

Triebwagenzuges von rund 250 km Stundengeschwindigkeit: Vierendeelträger bis zu 24,2 m Länge. Fig. 11 zeigt den auf Grund der Versuche gewählten

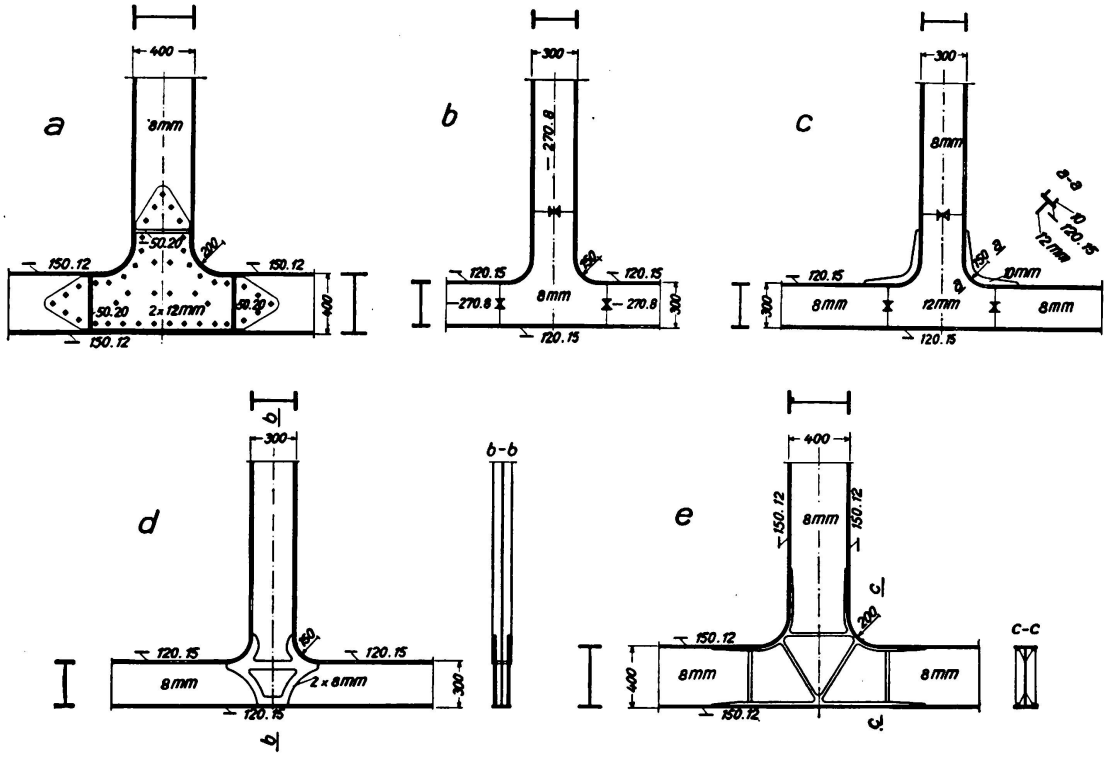


Fig. 8.

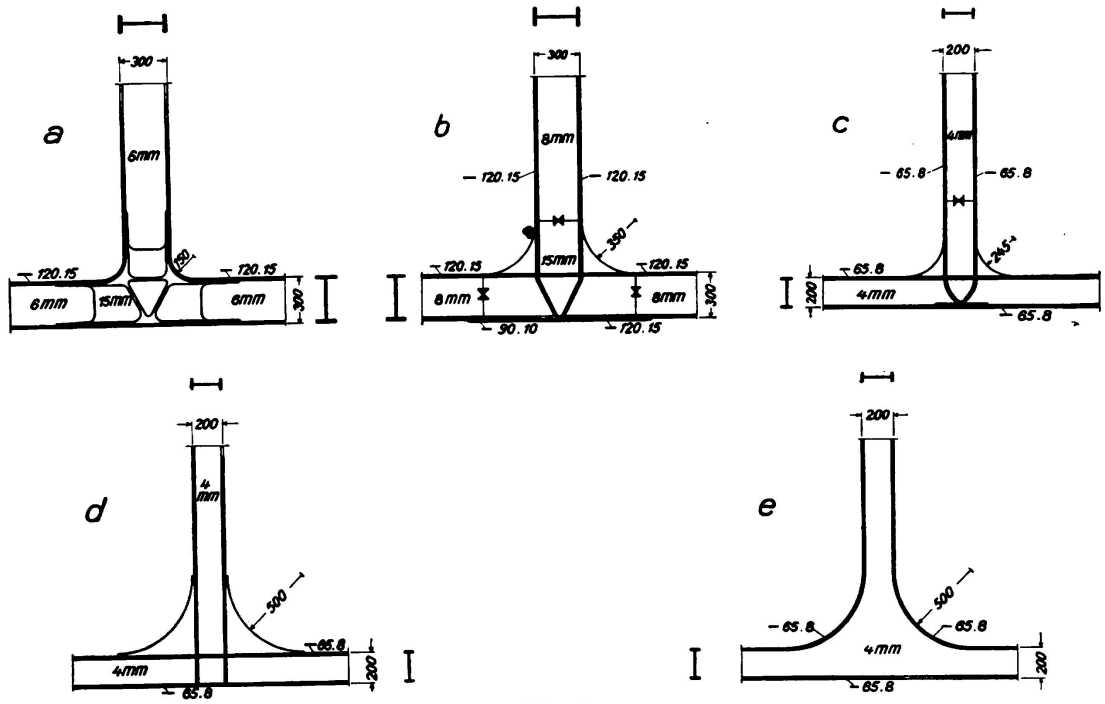


Fig. 9.

Querschnitt und den Aufbau des Trägers. Wenn man zunächst die Stegbleche für sich allein zusammenschweißt und dann erst die Flanschen anfügt, kann dieser Träger praktisch ohne Schweißspannungen aus äußerer Verspannung

hergestellt werden. Fig. 12 zeigt ein Stück des Wagenkastens in isometrischer Darstellung. Die Verbindung zwischen Stegblech und Flanschen ist fugenlos durch Verwendung eines besonderen Wulstbreitstahles System „Dörnen". Die Querträger sind eingenietet. Die geschweißte Konstruktion für den rund 61 m langen Zug wiegt nur rund 17 t.

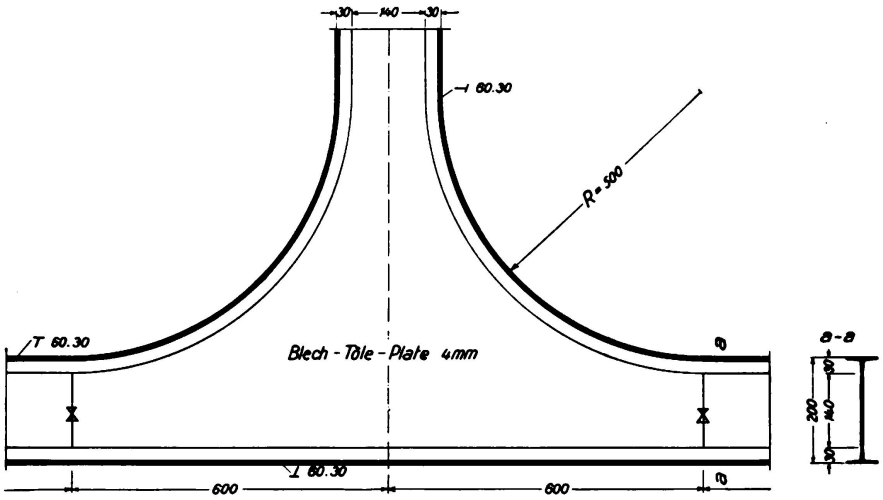


Fig. 10.

Es ist bekannt, daß namentlich geschweißte Konstruktionen sich gegenüber dynamischen Beanspruchungen wesentlich anders verhalten wie gegenüber statischen. Ich erwähne dies ausdrücklich, bevor ich nun im Anschluß an das Referat von Professor *Campus* die Ergebnisse meiner *Dauerversuche* mit den

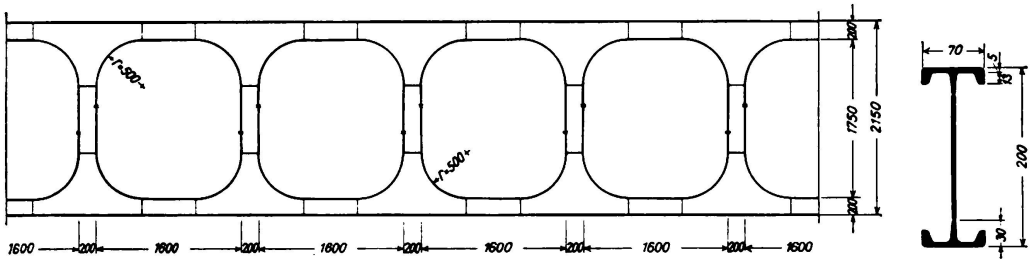


Fig. 11.

Folgerungen vergleiche, die er aus seinen *statischen Versuchen* und seinen Spannungsmessungen zieht:

1. Für dynamische Beanspruchungen kommen vorläufig in erster Linie Ecken in Frage, bei denen die Flanschen von Gurtung und Stiel ineinander übergehen. Hierbei sind Unstetigkeiten nach Möglichkeit zu vermeiden.

2. Der Radius der Ausrundung darf nicht zu klein bemessen sein, damit die Radialkräfte in den Halsnähten nicht zu groß werden. Ich schließe mich der Ansicht von *Campus* an, daß für den Ausrundungsbogen eine elliptische oder hyperbolische Form mit ganz sanftem Übergang in die Gerade die beste ist.

3. Je kleiner der Radius in der Ausrundung ist, um so größer wird der Spannungsunterschied zwischen Rand und Mitte der Flanschen; denn um so mehr entziehen sich die Ränder der Flanschen der ihnen zugedachten Bean-

spruchung dadurch, daß sie sich wölben, bei Zug sich in die Sehne legen und bei Druck nach außen ausweichen. Bei der geringen Wechselfrequenz von 25 je Minute war dies und das ganze Arbeiten der Versuchsstücke mit bloßem Auge zu beobachten. Die Stücke machten den Eindruck von arbeitenden Organismen.

4. Quernähte, Enden von Kehlnähten, Anhäufungen von Nähten sind besonders an den Übergangsstellen aus den Ausrundungsbögen in die Gerade bei dem heutigen Stande der Schweißtechnik noch zu vermeiden. Hier haben die Versuche durchaus die Forschungsergebnisse bestätigt, die seinerzeit den Schweißvorschriften für die Brücken der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zugrunde gelegt worden sind. Das ungünstige Verhalten solcher Nahtstellen tritt an

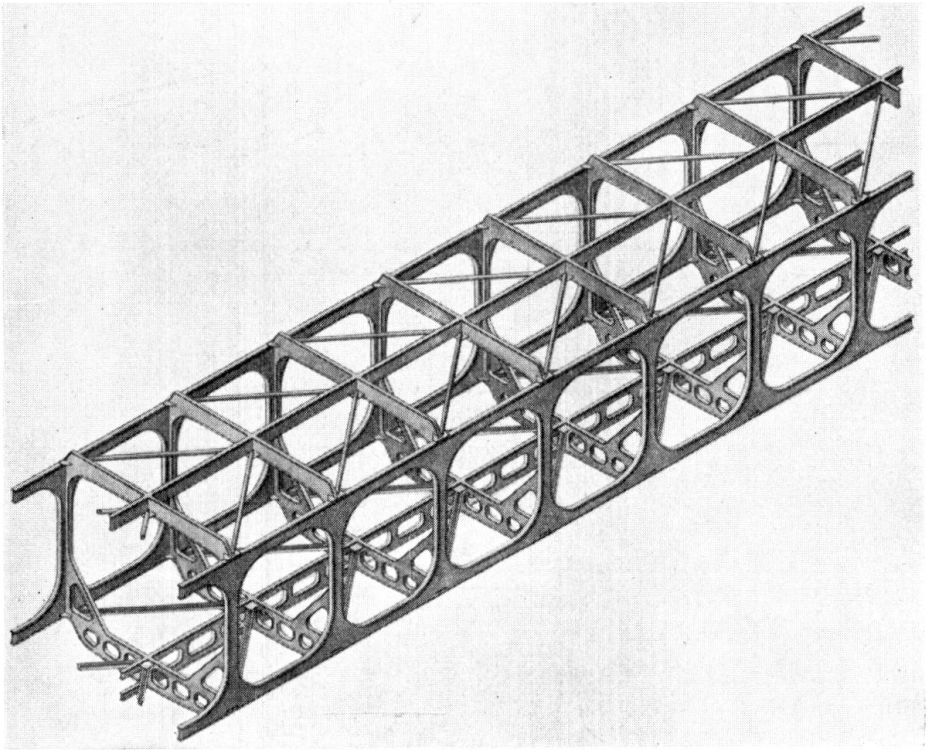


Fig. 12.

Rahmenecken besonders stark hervor, weil hier die Kerbwirkung durch Querschnittsänderung ungünstig vergrößert wird. Ich möchte deshalb die geschweißten Knoten der Straßenbrücke in Lanaye nicht so günstig beurteilen wie *Campus* in seinem Referat.

5. Das Stegblech ist in den Knotenpunkten zweckmäßig zu verstärken, am besten dadurch, daß man hier ein dickeres Blech einschweißt. Die Verbindung dieses Bleches mit den normalen Stegblechen muß außerhalb der Ausrundung liegen. Die X-Nähte dieser Verbindung sind ohne innere und äußere Verspannung herzustellen. Ich empfehle auch, diese wichtigen Nähte über die zu verbindenden Querschnitte hinaus aufzutragen, die Schweißstellen in größerem Umfange auf hellrot zu erwärmen und auf Blechdicke auszuschmieden und abzuschleifen.

6. Ecken mit besonderen Konstruktionsteilen für die Umleitung der Flanschkräfte, wie sie bereits im Jahre 1930 von Reichsbahnoberrat *Dr. Schröder* für

das Reiterstellwerk in Stendal entworfen worden sind und die *Campus* in seinem Referat bringt, haben bei den Dauerversuchen nicht den Erwartungen entsprochen. Es wäre indessen verkehrt, zu schließen, die Idee dieser Ausbildung wäre falsch. Die Ursache ist die, daß sich nicht zu vermeidende Quernähte und dergleichen ungünstig ausgewirkt haben.

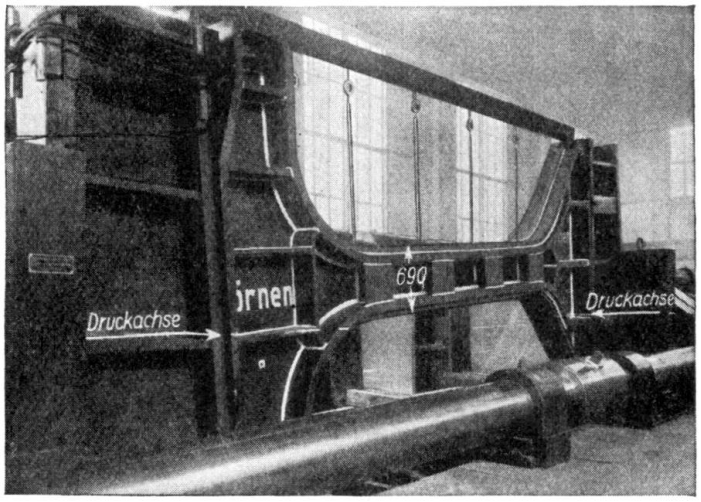


Fig. 13.

7. Mit Rücksicht auf den verwickelten Spannungszustand in den Rahmenecken werden Querträger, Verbände und dergleichen am besten zunächst noch eingenietet.

Daß vollwandige rahmenartige Gebilde so hergestellt werden können, daß Schweißspannungen die Tragfähigkeit nicht mindern, zeigt ein Versuch, den

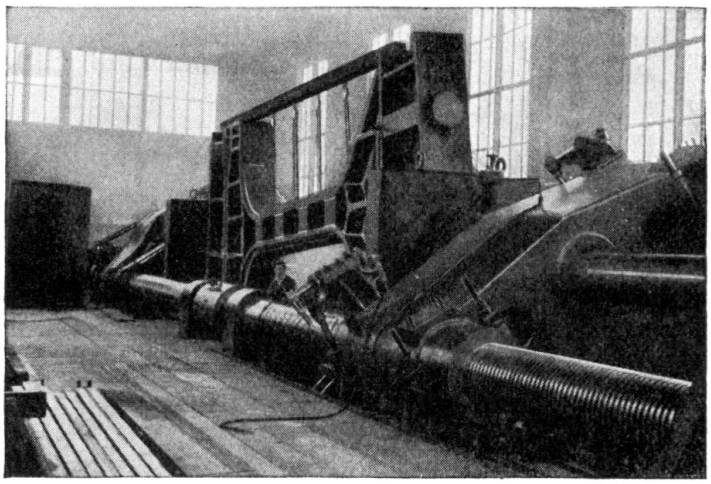


Fig. 14.

die Deutsche Reichsbahn an einer geschweißten Stütze der Fig. 2 in natürlicher Größe im Staatl. Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem, auf der 3000 t-Maschine des Deutschen Stahlbau-Verbandes, Berlin, hat ausführen lassen. Fig. 13 und 14 zeigen die exzentrisch — entsprechend den Beanspruchungen im Betriebe —

eingespannte Stütze. Fig. 15 zeigt die stark verformte Stütze nach exzentrischer Belastung mit 1300 t. Die Stütze erhält im regelmäßigen Betrieb etwa eine Last von 330 t. Erst bei einem Druck von 1300 t zeigten sich starke bleibende Verformungen, ohne daß Risse in den Hauptnähten oder im Werkstoff ent-

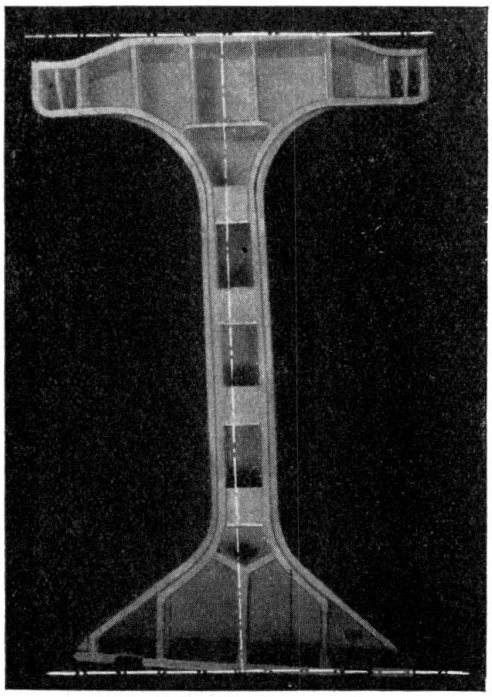


Fig. 15.

standen. Es hatten sich lediglich einige Dichtungsnähte, durch die die Aussteifungen des Stegbleches mit den Gurtungen verbunden waren, gelöst. Irgendwelche Schäden, welche die Tragfähigkeit der Stütze an sich vermindert hätten, waren nicht eingetreten. Dieser Versuch dürfte wesentlich dazu beitragen, die Bedenken hinsichtlich der Schweißspannungen an geschweißten Konstruktionen zu zerstreuen.

Die Fig. 13—15 sind vom Verlag der Zeitschrift „Elektroschweißung" in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt worden (Heft 7. 1937).