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

Band: 2 (1936)

Artikel: Untersuchungen über die bei gestossenen Stahlstützen notwendige Stossdeckung

Autor: Grüning, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-2731

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: 02.01.2026

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

V 8

Untersuchungen über die bei gestoßenen Stahlstützen notwendige Stoßdeckung.

Essais sur les couvre-joints nécessaires dans les colonnes métalliques avec joints.

Investigation into the Necessity of Cover Plates for the Joints of Steel Columns.

Dr. Ing. G. Grüning,
Staatliches Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem.

Versuchszweck.

In den Deutschen Berechnungsgrundlagen für Stahl im Hochbau nach Din 1050 heißt es in § 12, Absatz 2: „Bei durchgehenden Stützen, die nur auf Druck beansprucht werden und deren Stöße in den äußeren Viertelteilen der Knicklänge angeordnet sind, dürfen die Verlaschungen und Nietanschlüsse der Stöße für die halbe Stützenlast bemessen werden, wenn die Endquerschnitte winkelrecht sind und satt aufeinander aufliegen. Am Kopf und Fuß der nur auf Druck beanspruchten Stützen brauchen bei winkelrechter Fräsung der Endquerschnitte und Anordnung ausreichend dicker Auflagerplatten die Niete der Anschlußteile nur für ein Viertel der Stützenlast bemessen zu werden". Für den Brückenbau gibt es bis jetzt noch keine ähnliche Vorschrift. Die gestoßenen Druckglieder werden entsprechend ihrer vollen Last mit Laschen angeschlossen. Erstmalig beim Bau der Adolf-Hitler-Brücke über den Rhein bei Krefeld-Ürdingen wurden die Stöße der Pylonen von dem Leiter der Entwurfsarbeiten, Herrn Baurat Dr. Ing. *Voß*, als sogenannte Kontaktstöße ausgebildet, bei denen nur ein Teil der Druckkraft durch Laschendeckung aufgenommen ist, während der Rest durch den Kontakt des Stoßes übertragen werden muß. Fig. 1 gibt neben einer Ansicht der Pylone eine Konstruktionszeichnung des Stoßes. Die Materialersparnis betrug 2,2 t je Stoß oder 26 t für die ganze Brücke. Wenn diese Ersparnis am Gesamtbauwerk gemessen vielleicht belanglos ist, so ist doch nicht zu verkennen, daß hier ein Weg beschritten wurde, der weiterverfolgt zu größeren Materialersparnissen auch im Brückenbau führen kann. So erscheint es z. B. durchaus als möglich, daß man den Kontakt des Stoßes auch für die Druckgurte großer Fachwerksbrücken zum Kräftespiel mit heranzieht und auch diese Stöße als Kontaktstöße ausbildet. Die Grundlage für solche Ausführungen muß aber neben allgemeinen Überlegungen über die durch den Kontaktstoß etwa verminderte Seitensteifigkeit durch Versuche geschaffen werden. Es soll im folgenden über die Versuche be-

richtet werden, die die Grundlage für die Kontaktstöße der Krefelder Rheinbrücke schufen. Sie wurden durchgeführt im Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem.

Ausbildung der Versuchsstützen.

Die Querschnitte der Versuchsstäbe wurden nach Fig. 2 aus vier kreuzförmig gestellten Winkeleisen mit dazwischenliegendem Flachstahl gebildet. Die Querschnittsfläche betrug 171,8 cm², das Trägheitsmoment maximal 4764 cm⁴, minimal 4659 cm⁴. Die Stablänge selbst betrug 360 cm. Es wurden 4 Stäbe mittig zwischen Flächenlagern und 4 weitere Stäbe außermittig mit einer Exzentrizität

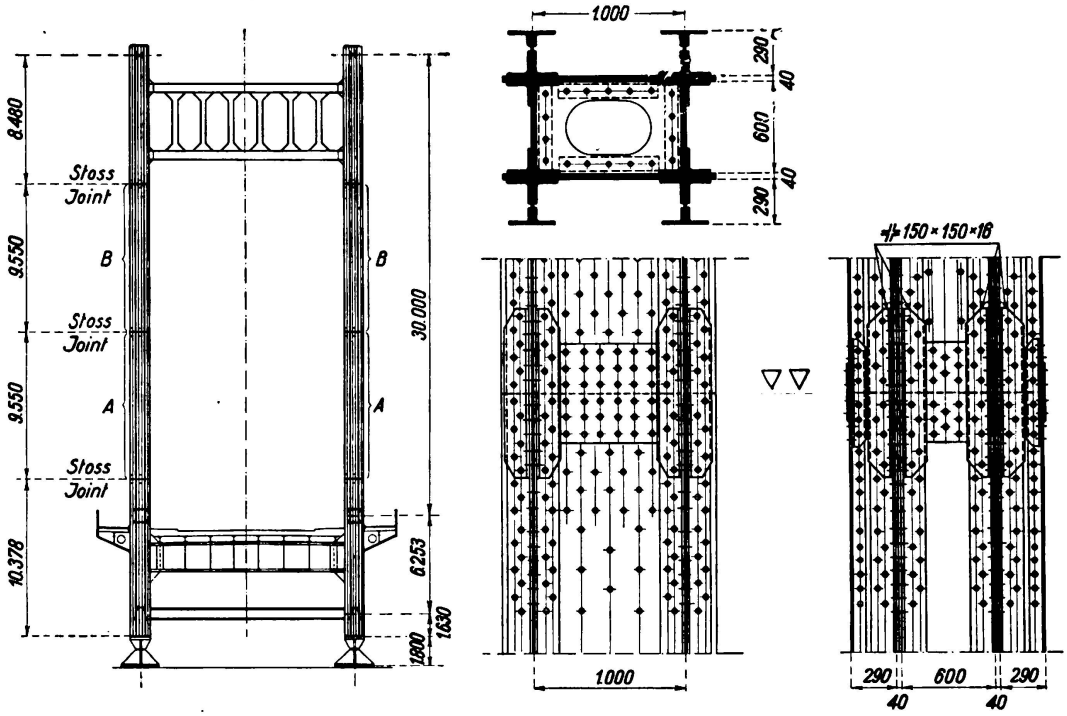


Fig. 1.

Ansicht einer Pylone und Ausbildung der Kontaktstöße mit teilweiser Laschendeckung bei der Adolf-Hitler-Brücke in Krefeld-Uerdingen. (Nietdurchmesser = 26 mm)

von 2,09 cm zwischen Schneidenlagern geknickt. Bei den letzteren erhöhte sich infolge der Höhe der Schneidenlager die Knicklänge auf 396 cm, so daß die Schlankheit $\lambda = \frac{l}{i}$ auf $\frac{396}{5{,}3} = 75$ kam. Die Kernweite des Querschnittes betrug $K = 2{,}09$ cm. Bei den außermittig gedrückten Stäben war das Exzentrizitätsmaß e also genau gleich der Kernweite K. Die Hälfte der Versuchsstäbe war auf die ganze Länge ungestoßen, bei der anderen Hälfte war in der Mitte ein Stoß angeordnet.

Die Stoßflächen waren sauber plan gefräst. Außerdem war eine Laschendeckung angeordnet, die 45% des Stützenquerschnittes und 52% des Stützenträgheitsmomentes ausmachte. Die Stützen wurden zur Hälfte von der Dortmunder Union Brückenbau A.G. und zur anderen Hälfte von der Friedrich Krupp A.G., Friedrich-Alfred-Hütte, geliefert, die auch die Krefelder Brücke er-

baut hatten. Das Material der Stäbe war St. 52. Die mechanischen Eigenschaften waren im allgemeinen recht gleichmäßig. Die Streckgrenze liegt um 3600 kg/cm² herum, die Zugfestigkeit beträgt etwa 5400 kg/cm².

Die Versuche wurden in einer stehenden 600 t-Presse durchgeführt. Fig. 3 zeigt einen mittig gedrückten Versuchsstab mit Stoß nach dem Knickversuch in der Maschine. Der untere Teil der Versuchseinrichtung liegt dabei im Keller und ist auf dem Bild nicht zu sehen. Wie bereits gesagt, wurden die mittig gedrückten Versuchsstäbe direkt zwischen Flächenlagern, die außermittig gedrückten aber zwischen Schneidenlagern geprüft. Alle Stützen wurden zunächst genau mittig eingebaut. Dies geschieht folgendermaßen: Die Stützen werden mittig in die Maschine gestellt und mit einer nicht zu hohen Last belastet. Dabei werden die

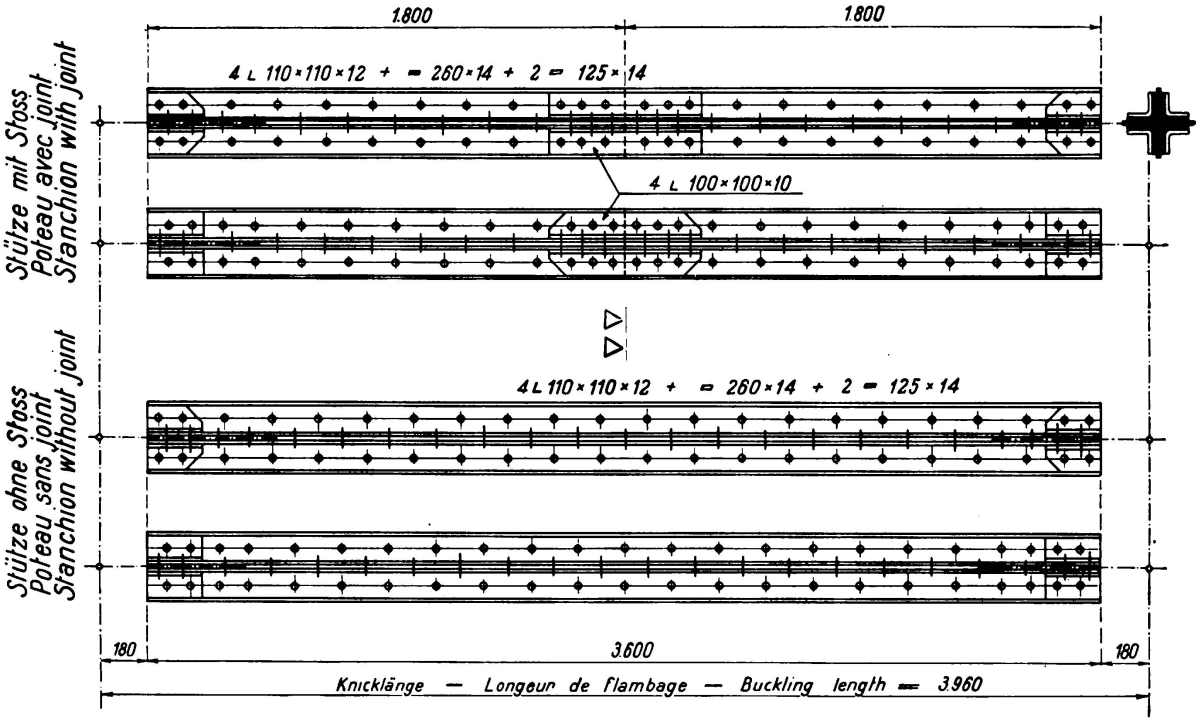


Fig. 2.
Ausbildung der Versuchsstützen. (Nietdurchmesser = 23 mm).

Ausbiegungen der Stützen gemessen. Je nach dem Ergebnis der Ausbiegungsmessungen werden die Stützen nach der Entlastung zwischen den Lagern verschoben. Bei einer neuen Belastung sind die Ausbiegungen dann bereits kleiner. Das Verfahren wird solange wiederholt, bis bei diesen Anfangslasten alsdann nur mehr verschwindend kleine Ausbiegungen auftreten. Das Verfahren gewährleistet besonders bei Anwendung von Schneidenlagern eine absolut zuverlässige Zentrierung der Stütze. Nach diesem Einrichten wurden die außermittig zu prüfenden Stäbe senkrecht zu der Schneidenrichtung um 2,09 cm zwischen den Schneidenlagern verschoben. Es begann darauf der eigentliche Knickversuch, bei dem die Last in kleineren Stufen langsam bis zum Ausknicken gesteigert wurde.

Die Ausbiegungen der Stützen wurden mit Leuneruhren in den beiden Hauptrichtungen gemessen. Die Uhren saßen in der Mitte, in den Viertelpunkten und zur Ausschaltung der räumlichen Bewegungen auch an den Enden der Stützen.

Neben den Ausbiegungsmessungen waren bei jedem Versuch zahlreiche Dehnungsmeßstellen mit *Huggenberger* Tensometern besetzt, die alle bei jeder Laststufe abgelesen wurden.

Versuchsergebnisse.

Es soll im folgenden eine Übersicht über die bei den Versuchen erzielten Hauptergebnisse gegeben werden.

Zahlentafel 1.
(Versuche Staatliches Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem.)

	Versuch Nr.	Material St 52 Lieferung	Ausbildung	Höchstlast P_{max} t	$\sigma = \frac{P_{max}}{F}$ kg/cm²
Mittig gedrückte Stützen	1	Krupp	mit Stoß	603	3510
	2		ohne Stoß	599	3490
	3	Union	ohne Stoß	597	3480
	4		mit Stoß	599	3490
Außermittig gedrückte Stützen	1	Krupp	ohne Stoß	247,5	1440
	2		mit Stoß	247,5	1440
	3	Union	ohne Stoß	252,5	1470
	4		mit Stoß	253,7	1480

Sowohl bei mittigem wie auch bei außermittigem Druck war die Höhe der erreichten Spannungen und Lasten unabhängig davon, ob die Stütze gestoßen war oder nicht. Es scheint sogar, als ob die gestoßenen Stützen etwas mehr ausgehalten hätten als die ungestoßenen. Dies tritt bei den mittig gedrückten Stützen noch mehr hervor, wenn man die Zeit beachtet, während der die Höchstlast die Stütze belastete. Die Maschine hatte eine nominelle Höchstlast von 600 t. Die 603 t der ersten gestoßenen Stütze standen deshalb eine kurze Zeit auf der Stütze, ehe der Zusammenbruch eintrat, während die nächste Stütze ohne Stoß sofort bei 599 t ausknickte. Mit dem Erreichen der Höchstlasten wurde auch die Quetschgrenze im Material mit etwa 3500 kg/cm² erreicht, obwohl die in den B. E. verankerte Knickspannungslinie für die in Frage stehende Schlankheit von $\lambda = 69$ nur eine Knickspannung von 3260 kg/cm² vorsieht. Diese Erhöhung mag der einspannenden Wirkung der Flächenlager zuzuschreiben sein. Daß diese tatsächlich eine Einspannung bedingten, ist übrigens auch aus dem nach Fig. 3 gezeigten Lichtbild zu erkennen. Fig. 4 zeigt die Last-Ausbiegungslinien zweier Stützen, davon die eine ohne Stoß und die andere mit Stoß, beide mittig gedrückt. Es zeigt sich, daß trotz der Flächenlagerung an Stelle der präziser arbeitenden Schneidenlager eine gute Zentrierung möglich war. Dabei kann die Last-Ausbiegungslinie der gestoßenen Stütze sogar noch als besser bezeichnet werden als die der ungestoßenen. Auf alle Fälle zeigt sich, daß bei der gut bearbeiteten kontaktgestoßenen Stütze bei mittigem Druck keine größeren Ausbiegungen zu befürchten sind.

Ein etwas ungünstigeres Bild ergaben die in Fig. 5 aufgetragenen Dehnungs-

bzw. Spannungsmessungen. Bei der ungestoßenen Stütze liegen alle Meßwerte bei gleichen Lasten dicht beieinander. Bei $P = 400$ t wird mit $\sigma = \frac{400\,000}{171{,}8} = 2330$ kg/cm² etwa die Elastizitätsgrenze der Stütze erreichht, bei $P = 520$ t zeigen sich mit $\sigma = \frac{520\,000}{171{,}8} = 3000$ kg/cm² örtliche Fließerscheinungen an, die in den davon betroffenen Meßstellen 11/12 eine Zunahme des Stauchungszuwachses mit sich bringen.

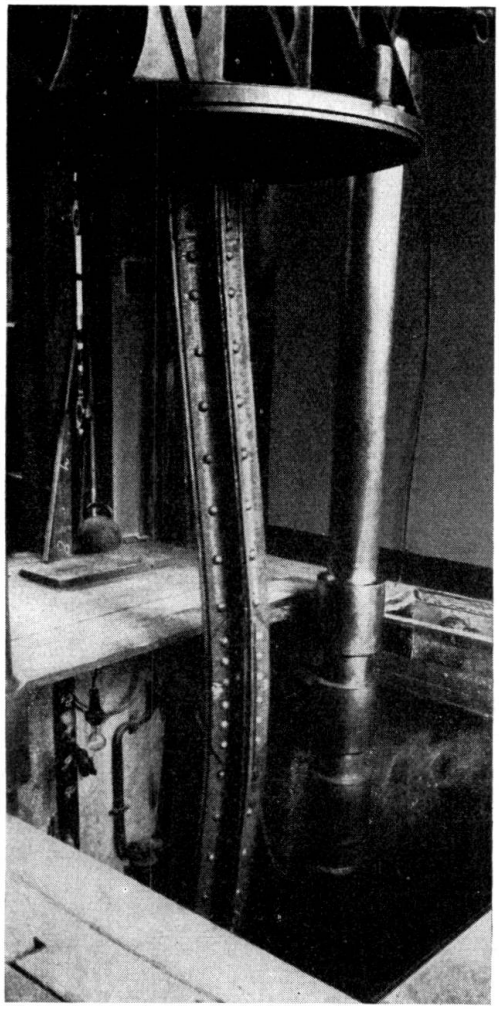
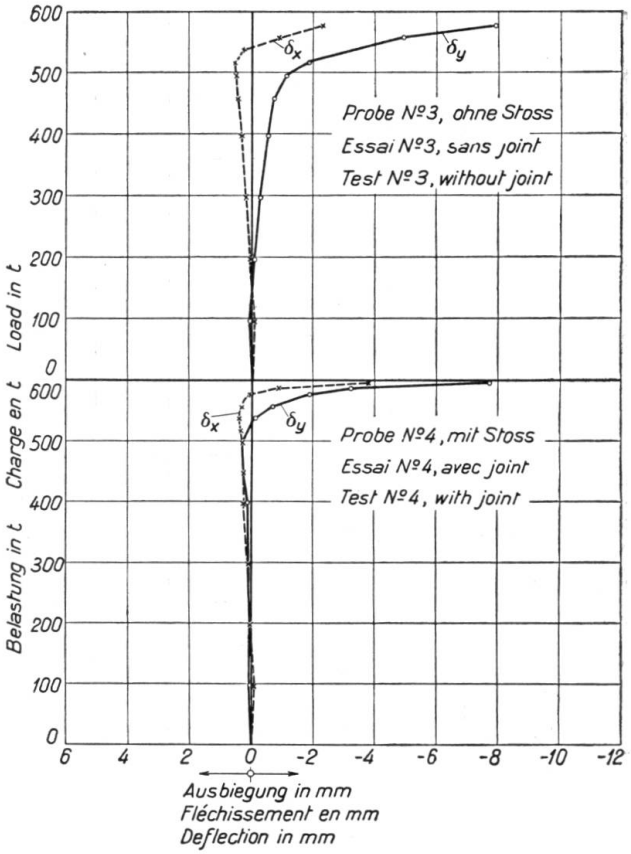


Fig. 3.
Ansicht eines mittig gedrückten Stabes in der Maschine.



Frg. 4.
Ausbiegung der Stabmitte von 2 mittig gedrückten Stützen.

Bei der gestoßenen Stütze waren die Dehnungsmeßstellen an den Flacheisen dicht oberhalb bzw. unterhalb der Stoßstelle angeordnet, um zu prüfen, ob alle Querschnittsteile tatsächlich auch Kontakt haben und gleichmäßig an der Kraftübertragung teilnehmen. Nach den Dehnungsmessungen muß dies vereint werden. Ein Teil der Meßstellen nahm zunächst überhaupt nicht und bei höheren Lasten nur wenig an der Kraftübertragung teil, während andere trotz der Laschendeckung sogar stärkere Beanspruchungen anzeigten als an der ungestoßenen

Stütze. Aus den Dehnungsmessungen an den beiden gestoßenen mittig gedrückten Stützen läßt sich weiterhin schließen, daß bei einer Last von P = 400 t durch die Stoßwinkel 48 bzw. 17 % der Stabkraft übertragen wurden, während der Rest durch Kontakt aufgenommen wurde.

Die Höchstlasten der außermittig gedrückten Stützen betragen mehr als die Hälfte von denjenigen der mittig gedrückten, obwohl bei einer Exzentrizität gleich der Kernweite die Randspannung der außermittig gedrückten Stützen vor

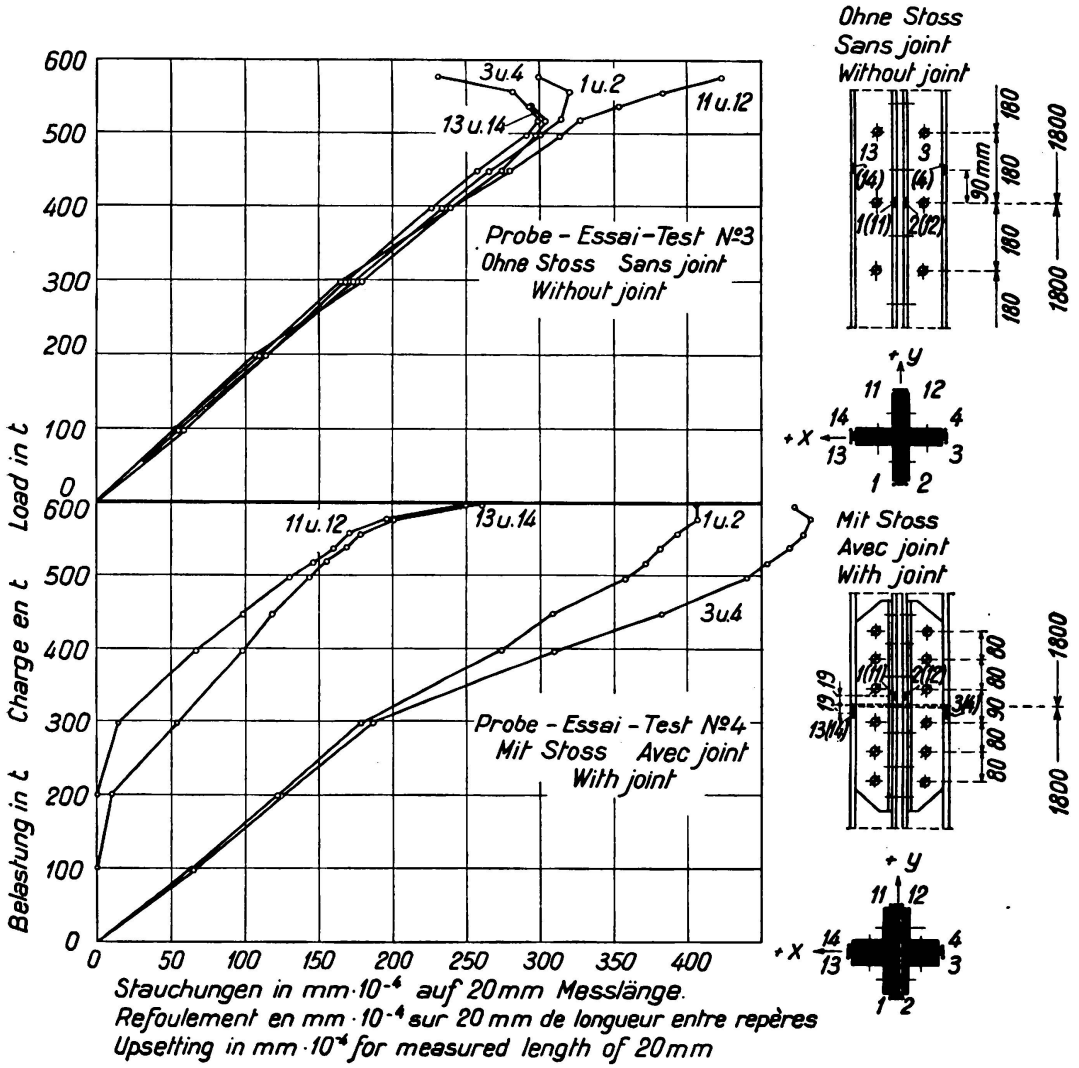


Fig. 5.

Stauchungsmessungen an 2 mittig gedrückten Stützen. (Zugehörige Meßwerte gemittelt).

dem Erreichen der Quetschgrenze mehr als doppelt so groß ist als die der mittig gedrückten. Der Grund liegt in dem schon von vielen Autoren behandelten plastischen Ausgleich der Spannungen über den Querschnitt. Ein Vergleich der erreichten Stützenhöchstlast mit den Rechnungswerten wurde vom Verfasser nach dem *Chwalla*'schen Krümmungskreisverfahren durchgeführt und an anderer Stelle veröffentlicht.[1] Es ergab sich dabei eine sehr gute Übereinstimmung zwischen

[1] Knickversuche mit außermittig gedrückten Stahlstützen. Der Stahlbau 1936, Heft 3.

Theorie und Versuchspraxis. In Fig. 6 sind die Last-Ausbiegungslinien einer gestoßenen und einer ungestoßenen Stütze angegeben. Die Ausbiegungen beider

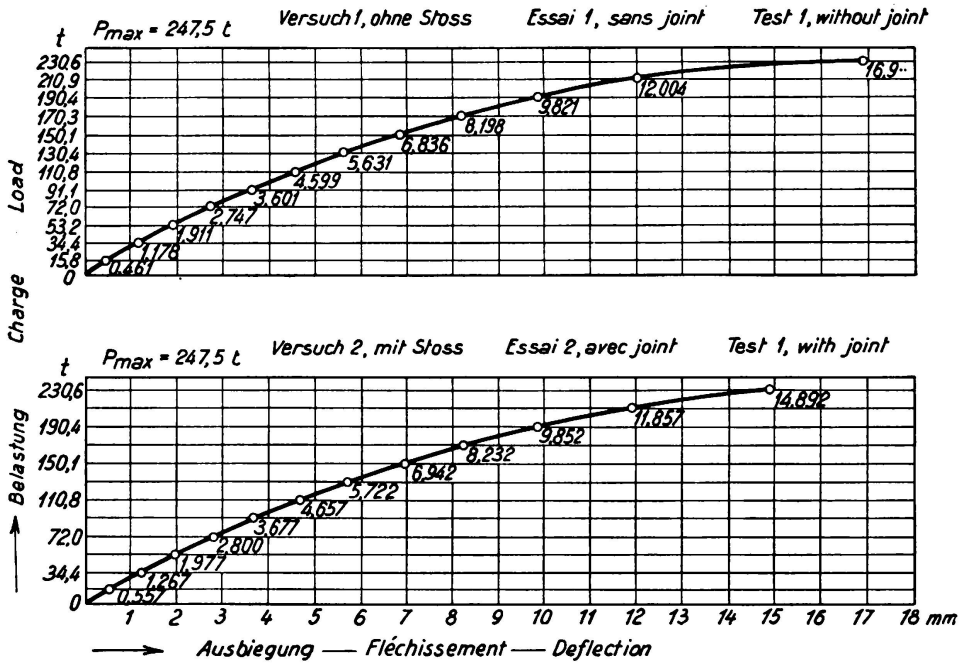


Fig. 6.

Ausbiegung der Stabmitte von 2 außermittig gedrückten Stützen relativ zu den Stabenden.

Stützen sind untereinander fast gleich und stimmen im übrigen mit der Rechnung sehr gut überein. In Fig. 7 sind einige Dehnungsmessungen an einer gestoßenen

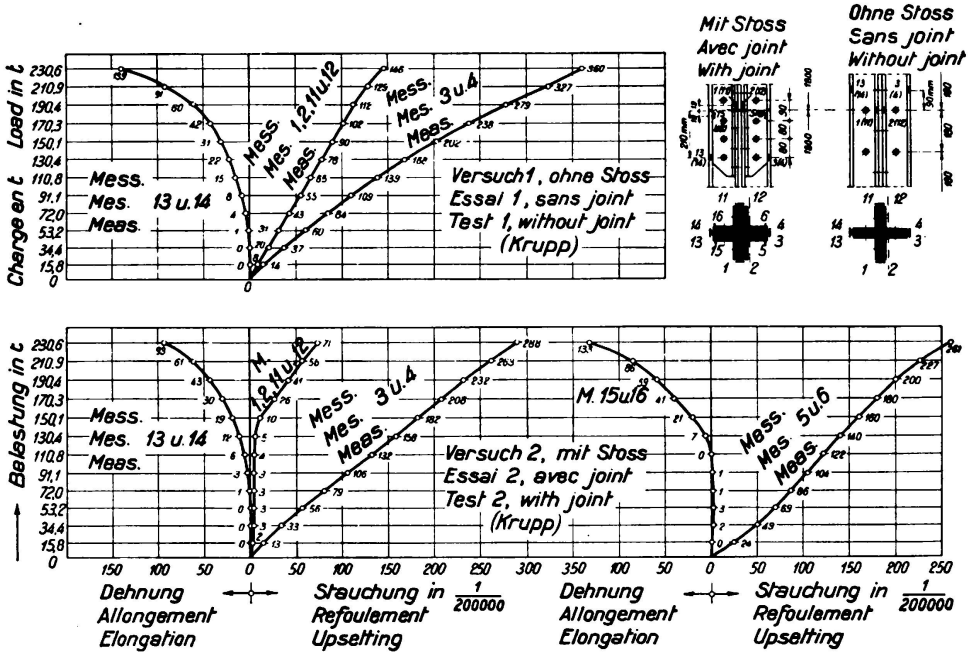


Fig. 7.

Stauchungsmessungen an 2 außermittig gedrückten Stützen. (Stauchungen in mm 10—4 auf 20 mm Meßlänge, zugehörige Meßwerte gemittelt).

und an einer ungestoßenen außermittig gedrückten Stütze aufgetragen. Die Dehnungen der ungestoßenen Stütze verlaufen vollkommen normal. An den Dehnungsmessungen 1, 2, 11 und 12 der gestoßenen Stütze sieht man entsprechend den bei mittigem Druck erzielten Ergebnissen, wie die in der Nähe des Kontaktes liegenden Stellen bis zu beachtlichen Lasten überhaupt nicht mitmachten, während sie dann weiterhin normal an der Kraftübertragung teilnahmen. Dementsprechend werden die Laschen (Messung 5 und 6) zunächst stärker und bei hohen Lasten dann wieder weniger herangezogen.

Ergebnisse einiger Ergänzungsversuche.

Neben den im vorigen beschriebenen Hauptversuchen mit Stützen aus St. 52, die teils umgestoßen, teils in $\frac{h}{2}$ gestoßen waren, wobei der Stoßquerschnitt zu 45% durch Laschen angeschlossen war, wurden noch einige Ergänzungsversuche durchgeführt, bei denen der Stoß überhaupt nicht gedeckt war. Die Proben waren Stäbe aus I 16 · 16. Das Material St. 37. Die Stablänge betrug 162 cm, die Gesamtlänge zwischen den Schneiden $162 + 2 \cdot 18 = 198$ cm, der Schlankheitsgrad $\lambda = \frac{198}{3{,}81} = 52$. Die Schneiden lagen parallel zu den Stegen der Profile. Die Stützen 2 und 4 wurden vor dem Versuch in der Mitte durchgesägt und beide Hälften darauf wieder aufeinandergestellt. Eine weitere Bearbeitung der Stoßflächen erfolgte nicht, irgendeine Stoßdeckung wurde nicht angebracht. Die Stützen 1 und 2 wurden mit einer Exzentrizität von 1,81 cm gleich der Querschnittskernweite, die Stützen 3 und 4 wurden mittig belastet. Die Hauptergebnisse waren:

Zahlentafel 2.
Knicklasten der Stützen I 16 · 16.

Versuch	Aubildung	Kraftangriff	Höchstlast P_{max} t	$\sigma = \frac{P_{max}}{F}$ kg/cm²
1	ungestoßen	außermittig	90,4	1580
2	durchgeschnitten	„	81,2	1420
3	ungestoßen	mittig	147,5	2570
4	durchgeschnitten	„	157,5	2750

Man sieht daraus, daß der mittig gedrückten Stütze auch der völlig ungedeckte Kontaktstoß nichts anhaben kann. Bei einer Exzentrizität gleich der Kernweite, bei der bei höheren Lasten schon beachtlichen Zugspannungen auftreten, wirkt sich ein ungedeckter Kontaktstoß in $\frac{h}{2}$ natürlich abmindernd auf die Höchstlast aus. Immerhin ist auch hier nur eine Abminderung um 10% in der Knickspannung eingetreten. In Fig. 8 sind die zu den beiden außermittig gedrückten Stützen gehörigen Lastausbiegungslinien angegeben. Die von Versuch 1 stimmt wieder mit der nach dem Krümmungskreisverfahren errechneten überein, während die von Versuch 2 bei höheren Lasten merklich hiervon abweicht.

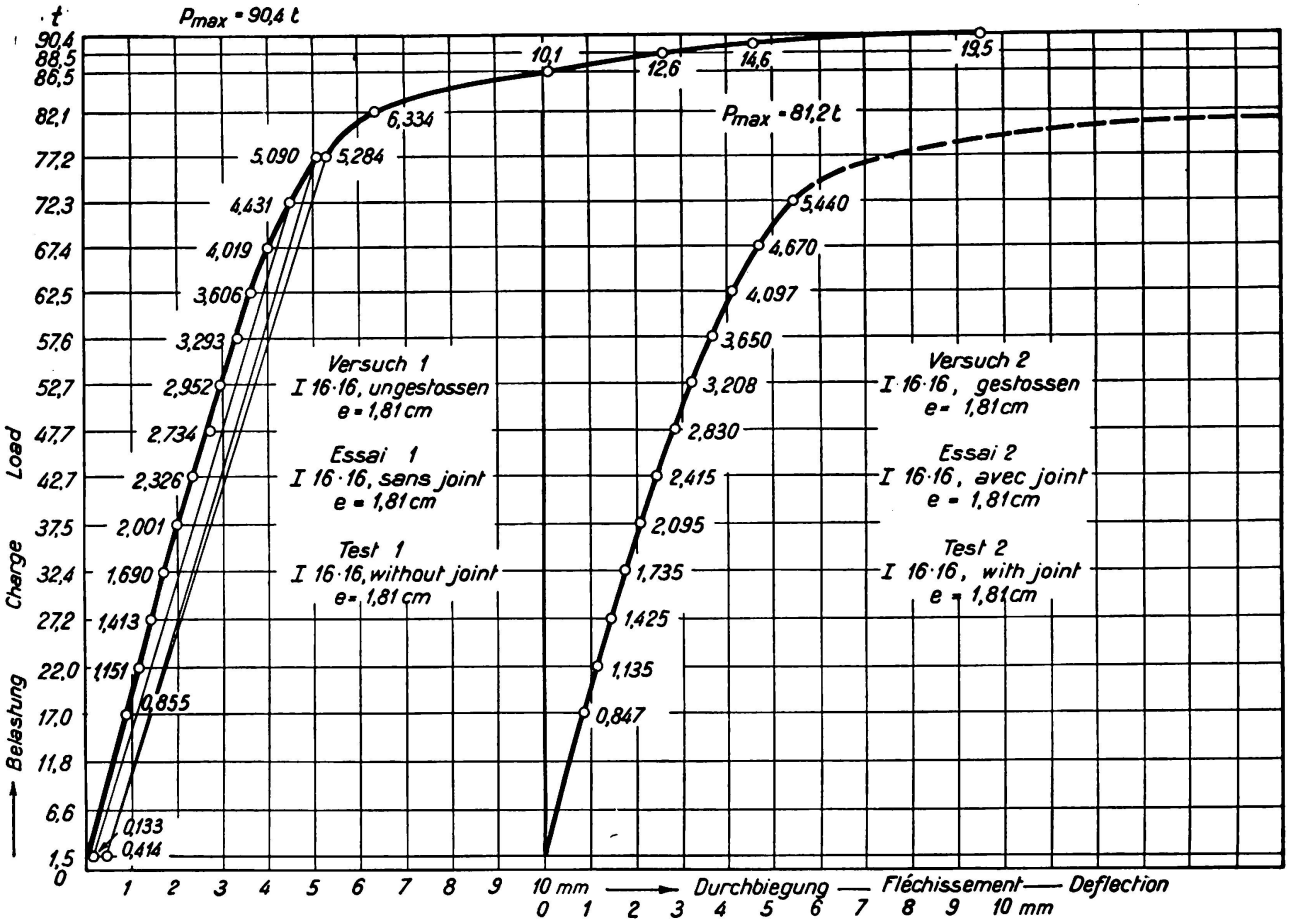


Fig. 8. Durchbiegung der Stabmitte relativ zu den Schneiden bei 2 Ergänzungsversuchen.

Zusammenfassung und Schluß.

Die Versuche ergaben, daß auch bei außermittiger Beanspruchung bis zur Kernweite bei der gewählten Stoßdeckung eine Abminderung der Höchstlast durch den Kontaktstoß nicht eintritt. In Ergänzungsversuchen ergab ein vollkommen ungedeckter Kontaktstoß bei mittiger Beanspruchung keine Abminderung und bei einer mit der Kernweite außermittigen Beanspruchung eine Abminderung von nur 10 %.

Nach den Versuchsergebnissen ist daher die Berücksichtigung des Stoßkontaktes in den Stoßrechnungen vom Sicherheitsstandpunkt aus durchaus vertretbar. Für die Höhe desjenigen Prozentsatzes der Gesamtlast, der durch Decklaschen anzuschließen ist, muß das konstruktive Gefühl ausschlaggebend bleiben, damit baukastenähnliche Konstruktionen vermieden werden. Besondere Vorsicht muß Platz greifen, wenn die Decklaschen angeschweißt werden. Die Versuche haben gezeigt, daß zunächst bei kleinen Lasten auch bei sehr guter Stoßflächenbearbeitung kein oder nur ein mangelhafter Kontakt vorhanden ist. Es muß aber vermieden werden, daß die Nähte der Laschen abplatzen, ehe der Kontakt erreicht wird.

Werden die obigen Gesichtspunkte beachtet, so scheint es durchaus im Bereich der Möglichkeit zu liegen, daß man vielleicht auch auf Grund von noch weiteren Versuchen bei den Druckgliedern von Fachwerksbrücken nur teilweise durch Laschen gedeckten Kontaktstöße ausführt. Dies zur Debatte zu stellen mag der Zweck dieses Referates sein.

Leere Seite
Blank page
Page vide