

# Versuche mit Trägern, deren Stege durch angeschweisste Versteifungen verstärkt sind

Autor(en): **Bryla, St.**

Objektyp: **Article**

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

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

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-2869>

## **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.

## VIIa 4

Versuche mit Trägern, deren Stege durch angeschweißte Versteifungen verstärkt sind.

Essai sur poutrelles renforcées par des raidisseurs soudés à leur âme.

Experiments on Girders with Welded Web Stiffeners.

Dr. Ing. St. Bryła,

Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie (Pologne).

Um den Einfluß der an die Trägerstege angeschweißten Versteifungen zu ermitteln, sind Versuche angestellt worden:

1. an 16 Trägern N.P. 16, 20, 24 und 30 und
2. an 6 Trägern N.P. 32 und 34.

Sämtliche Träger wurden bei einer Tragweite von  $L = 2$  m einem Biegeversuch unter der Einwirkung einer in der Mitte der Tragweite angreifenden Einzellast unterworfen.

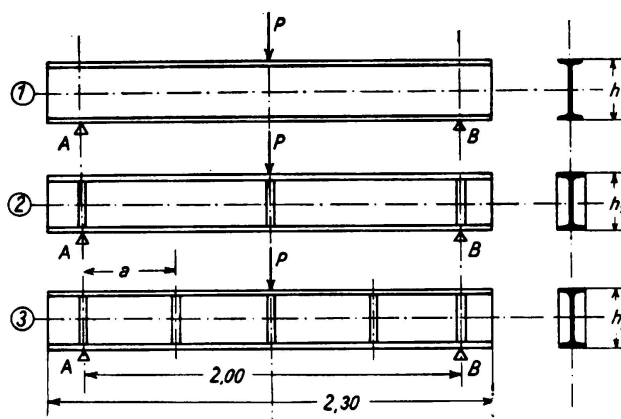


Fig. 1—3.

Drei Arten von Trägern wurden geprüft:

1. Träger ohne Versteifungen am Steg (Fig. 1);
2. Träger mit drei beidseitigen Versteifungen am Auflager und unter der Einzellast (Fig. 2);
3. Träger mit fünf beidseitigen Versteifungen in Abständen von 0,50 m (Fig. 3).

Die bei diesen Versuchen den Bruch der Träger herbeiführenden Höchstkräfte  $R$  sind in der Tabelle I zusammengestellt, wobei der Index jeweils die Anzahl der Versteifungspaare angibt.

Tabelle I.

NP	Bruchlast		
	R <sub>0</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>5</sub>
16	8,6 t	7,425 t	7,6 t
20	15,4	13,75	15,8
24	22,9	23,85	26,3
30	39,9	48,45	48,3
32	46,0	58,5	59,5
34	51,0	69,5	72,5

Der Vergleich der verschiedenen für die Differenz R<sub>3</sub> — R<sub>0</sub> erhaltenen Werte (Tabelle II) lehrt, daß bei den Trägern von verhältnismäßig großer Höhe die Anbringung von drei Versteifungen die Bruchlast R um so mehr steigert, je höher der Träger ist. Die Festigkeit der Träger N.P. 16 und 20 ist durch die Anbringung von Versteifungen nicht vergrößert worden. Die letzte Spalte der Tabelle gibt den Festigkeitszuwachs bei Anbringung von fünf Versteifungspaaren wieder. Für den Träger N.P. 16 ist eine Festigkeitsverringering eingetreten. Bei den anderen Trägern steigt die Festigkeit mit der verhältnismäßigen Höhe des Trägers.

Tabelle II.

NP	R <sub>3</sub> —R <sub>0</sub>		R <sub>5</sub> —R <sub>3</sub>		R <sub>5</sub> —R <sub>0</sub>	
	Tonnen	%	Tonnen	%	Tonnen	%
16	— 1,175	— 13,7	0,175	2,36	— 1,0	— 11,6
20	— 1,75	— 11,3	2,05	14,9	0,4	2,6
24	0,95	4,15	2,45	10,27	3,4	14,8
30	8,55	21,4	0,15	— 0,31	8,4	21,0
32	12,5	27,2	1,0	1,71	13,5	29,4
34	18,5	36,3	3,0	4,6	11,5	22,5

Die Sicherheitslast ist hier (für  $\sigma = 1200 \text{ kg/cm}^2$  und  $M = \frac{PL}{4}$  worin  $L = 200 \text{ cm}$ ):

$$P_b = \frac{4 \cdot 1200}{L} W = 24 W. \tag{1}$$

Der Sicherheitskoeffizient  $n = \frac{R}{P_b}$ , d. h. der Quotient aus der Bruchlast und der Sicherheitslast, ist für jeden Versuchsfall in der Tabelle III wiedergegeben.

Tabelle III.

I NP	W cm <sup>3</sup>	P <sub>b</sub> Tonnen	n <sub>0</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>5</sub>
16	117	2,81	3,06	2,98	3,05
20	214	5,14	3	2,68	3,08
24	354	8,50	2,7	2,80	3,10
30	653	15,67	2,55	3,09	3,08
32	782	18,75	2,45	3,12	3,16
34	923	22,32	2,28	3,12	3,25

Wenn von den Trägern N.P. 16 und 20 abgesehen wird, so können wir feststellen, daß  $n_0$  ab- und  $n_3$  in dem Maße zunimmt, wie die Höhe des Trägers wächst;  $n_5$  ändert sich fast nicht, überschreitet jedoch in jedem Falle  $n_0$ .

Die Tabelle IV zeigt die Werte von  $\sigma$ , die sich ergeben, wenn für P die in der Tabelle I angegebenen Werte von Q und R und für W die in der Tabelle III angegebenen Werte eingesetzt werden. Auf diese Weise lassen sich die mit Trägern von verschiedenen Höhen erzielten Versuchsergebnisse auf ein gemeinsames Maß bringen.

Tabelle IV.

I NP	Zahl der beiderseitigen Versteifungen	Spannungen $\sigma$ (erhalten durch Einsetzen der Werte von Q und R aus der Tabelle I für P in der Gleichung 1)	
		Q	R
16	0	29,5	36,8
	3	29	31,7
	5	29	32,4
20	0	29,2	36
	3	27,9	32,2
	5	31	36,9
24	0	26,2	32,4
	3	27,4	33,8
	5	29,7	37,2
30	0	23	30,6
	3	29,3	37
	5	30,2	37
32	0	—	29,4
	3	—	37,4
	5	—	38,0
34	0	—	27,7
	3	—	37,7
	5	—	39,3

Die in Fig. 4 bis 6 gezeigten Diagramme sind die graphische Darstellung der in der Tabelle IV enthaltenen Rechnungsergebnisse. Als Abszisse sind die Höhen der Träger in cm und als Ordinaten die Spannungen  $\sigma$  in  $\text{kg}/\text{mm}^2$  aufgetragen. Für vollkommen homogenes Material der Träger und für ideale Versuchsbedingungen ohne Kippmöglichkeit, und wenn die Formel  $\sigma = \frac{M}{W}$  bis zum Bruch Gültigkeit behalten hätte, wären die Kurven als waagerechte Linien ausgefallen.

Man erkennt, daß die Kurve 4 abfällt, während die Kurven 5 und 6 ansteigen. Das erste Ergebnis war vorauszusehen, während die beiden anderen Ergebnisse beweisen, daß die Verringerung der Festigkeit zu vermeiden ist, indem die Versteifungen an die Stege und an die Flansche der Träger angeschweißt werden. Der Grund für diese Erscheinung liegt darin, daß die Versteifungen dem Ausweichen des oberen Flansches vorbeugen.

Die Fig. 7 und 8 zeigen die Art und Bedeutung der Verformung. Die mit Versteifungen versehenen Träger nehmen nach dem Ausweichen die Form einer Welle an, mit einem Wendepunkt in der Mitte des Trägers (Fig. 7). Die Träger ohne Versteifungen (Fig. 8) nehmen nach dem Ausweichen die Form einer halben Welle an. Die Versteifungen begünstigen also die Wellungsbildung, was zur Wirkung hat, daß die das seitliche Ausweichen herbeiführende kritische Belastung erhöht wird.

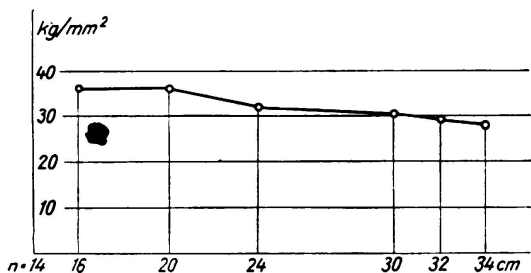


Fig. 4.

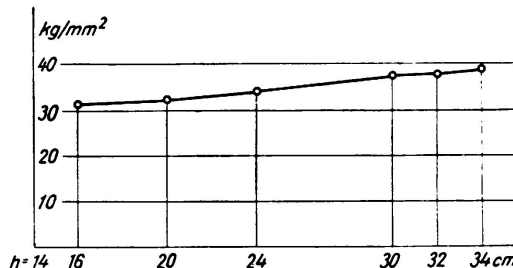


Fig. 5.

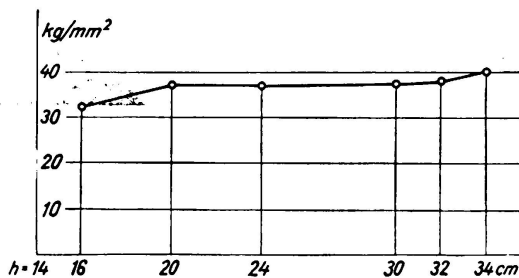


Fig. 6.

Dieselbe Erscheinung ist bei sämtlichen Trägern aufgetreten. Bei den mit Versteifungen versehenen Trägern haben sowohl der obere als auch der untere Flansch eine Ausweichung erfahren. Die Träger ohne Versteifungen sind gerade geblieben oder weisen nur eine geringe Ausweichung auf. Bei den Trägern ohne Versteifungen beobachtet man ein um so stärkeres Stauchen des oberen Flansches unter der Einzellast, je höher der Träger ist. Die Wirkung der Versteifungen auf die Formänderung der Träger ist um so bedeutender, je größer die Höhe dieser Träger ist. Daraus ergibt sich, daß die Biegezugfestigkeit der mit Versteifungen versehenen Träger fast erschöpft war und ihr Bruch nahe bevorstand. Im Gegensatz hierzu waren die Träger ohne Versteifungen von dem Bruch durch Biegung weit entfernt, als sie infolge Stauchung des Flansches durch die Einzellast nachgaben. Die Zerstörung der hohen Träger ohne Versteifungen schon bei verhältnismäßig geringen Spannungen  $\sigma$  scheint zu lehren, daß nicht diese Spannungen die entscheidende Rolle spielten, sondern vielmehr die Normalspannungen, die in waagerechten Querschnitten des Steges unmittelbar unter dem Flansch an der Stelle der Einzellast auftreten. Prof. *Huber* nennt sie Querspannungen<sup>1</sup> und widmet ihnen mehrere Kapitel seines Werkes. An anderer Stelle untersuchen wir diese Querspannungen genauer. Hier beschränken wir uns darauf, Ergebnisse anzugeben:

<sup>1</sup> *M. T. Huber*, Etudes sur les poutres en double T. Compte rendu de la Société Technique de Varsovie, 1925.

1. Die Verstärkung eines Doppel-T-Trägers mit Hilfe von Versteifungen, die an der Angriffsstelle der Einzellast an den Steg angeschweißt werden, erhöht die Biegefestigkeit. Diese Festigkeitssteigerung ist um so größer, je höher der Träger ist; nicht feststellbar bei einem Träger N.P. 16, erreicht sie 40%

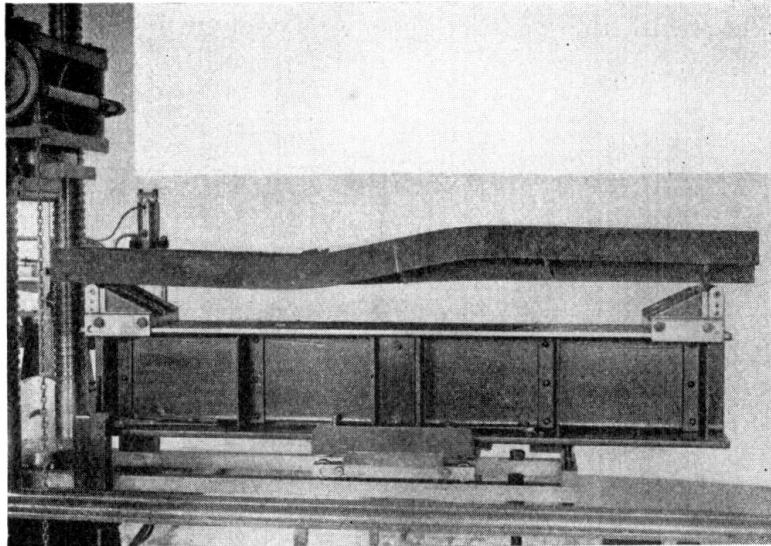


Fig. 7.

bei einem Träger N.P. 30. Das Anschweißen von Gurten an den Steg außerhalb der Angriffsstelle der Einzellast steigert gleichfalls die Festigkeit des Trägers, jedoch in geringerem Maße.

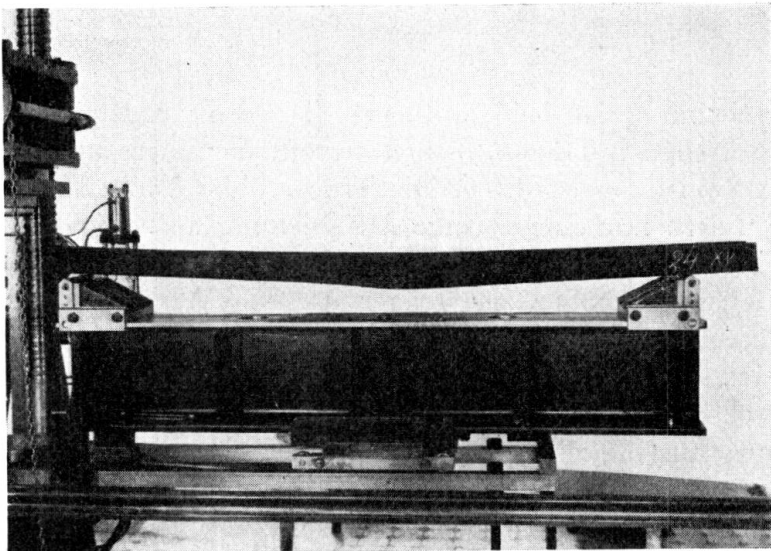


Fig. 8.

2. Die mit der Formel  $\sigma = \frac{M}{W}$  erhaltenen Höchstspannungen müssen erniedrigt werden, wenn man es mit Trägern von großer Höhe zu tun hat. Diese Formel kann also nur für Träger von einer gewissen Höhe verwendet werden, um die Festigkeit der Träger, die durch Einzellasten beansprucht werden, zu bestimmen, denn diese Träger gehen nicht durch Bruch infolge Biegung, sondern infolge Stauchung des örtlich belasteten Flansches zugrunde. Durch Anschweißen der Versteifungen an der Stelle der Einzellast wird der Bruch durch Stauchung hinausgezögert, und die obige Formel kann weiter angewendet werden.