

Traglastversuche an eingespannten Geschossstützen mit I-Querschnitt bei Biegung um beide Hauptachsen

Autor(en): **Vogel, Udo / Zimmermann, Werner**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE publications = Mémoires AIPC = IVBH Abhandlungen**

Band (Jahr): **28 (1968)**

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-22175>

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.

Traglastversuche an eingespannten Geschoßstützen mit I-Querschnitt bei Biegung um beide Hauptachsen

Ultimate Load Test on I-Shaped Restrained Columns in Biaxial Bending

Essais de charges limites pour des poteaux encastrés à profil en I soumis à la flexion selon les deux axes principaux

UDO VOGEL

Wiss. Rat, Universität Stuttgart (TH),
z. Zt. Vist. Associate Professor, University
of California, Berkeley

WERNER ZIMMERMANN

Dipl.-Ing., wissenschaftlicher Mitarbeiter
des Otto-Graf-Instituts an der Universität
Stuttgart (TH)

1. Einleitung

In [1] wird über eine Näherungstheorie zur Berechnung der Traglasten von eingespannten Geschoßstützen bei schiefer Biegung berichtet. Solche Stützen treten in Skelettbauten auf, bei denen sie als Teile von Quer- und Längsrahmen oder durch biegesteif angeschlossene Quer- und Längsunterzüge bzw. Deckenplatten, außer den Axiallasten auch Biegemomente in beiden Hauptachsenrichtungen erhalten. Diese Biegemomente werden in der Regel durch die Verdrehungen der Stützenköpfe und -füße eingeleitet.

Während für die Traglast- und Stabilitätsuntersuchungen ebener Rahmentragwerke im unelastischen Bereich bereits eine Reihe von geeigneten Berechnungsverfahren nach der Plastizitätstheorie existieren, fehlen solche Verfahren für *räumliche* Rahmentragwerke fast völlig. Das ist u. a. auf die mathematischen Schwierigkeiten bei der genauen Untersuchung des Tragverhaltens der auf schiefe Biegung beanspruchten Stützen zurückzuführen. Ohne rigorose Vereinfachungen und Näherungsannahmen wird man kaum in der Lage sein, hierfür Methoden zu entwickeln, die mit für die Praxis vertretbarem Rechenaufwand zum Ziel führen. Solche Vereinfachungen enthält die in [1] vorgeschlagene Näherungstheorie.

Zur Überprüfung der Näherungsannahmen und zur Ergänzung der Theorie wurde daher im Frühsommer 1967 im Otto-Graf-Institut der Universität Stuttgart eine 1. Versuchsreihe von 4 Traglastversuchen an Geschoßstützen


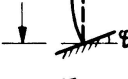


natürlicher Größe durchgeführt, die bei verschiedenen Längen und Randbedingungen auf schiefe Biegung und Axialkraft beansprucht wurden. Über Durchführung, Ergebnis und Schlußfolgerungen für die Näherungstheorie wird im folgenden berichtet.

2. Beschreibung der Versuche und Versuchsdurchführung

2.1. Probekörper

Die Tabelle I gibt eine Übersicht über Bezeichnung, Randbedingungen und Länge der Probekörper.

Tabelle I

Versuch Nr.	System	Profil	l [m]	φ_x	φ_y	φ_{Res}
1.1		IPB 120	3,00	0,0071	0,0071	0,01
1.2			6,00			
2.1		IPB 120	3,00	0,0142	0,0142	0,02
2.2			6,00			

2.1.1. Abmessungen und Bezeichnung der Probekörper

Die Probekörper wurden aus zwei je 10 m langen Stangen IPB 120, DIN 1025 der Materialgüte R St 37-2, DIN 17 100, herausgeschnitten, und zwar je ein 6,0 m langes Stück und ein 3,0 m langes Stück. Das 1 m lange Reststück wurde in ein 0,5 m und 0,4 m langes Stück für Druck- und Zugversuche aufgeteilt. Die Schnittfolge war: 6,0 m, 1,0 m, 3,0 m.

Die Probekörper erhielten folgende Bezeichnung:

Aus Stange 1: Stützen: 1.1; $l = 3,0$ m,
 1.2; $l = 6,0$ m.

Säule 1 für Druckversuch (Querschnittsversuch). Probestäbe: 1.1 und 1.2 für Zugversuche.

Aus Stange 2: Stützen: 2.1; $l = 3,0$ m,
 2.2; $l = 6,0$ m.

Säule 2 für Druckversuch. Probestäbe: 2.1 und 2.2 für Zugversuche.

2.1.2. Vorbereitung der Probekörper für die Versuche

Die Stützen wurden mit sauberem, rechtwinklig zur Längsachse geführtem Sägeschnitt abgelängt. Danach wurden 60 mm dicke, planparallel gehobelte Kopf- und Fußplatten aus St 52-3, DIN 17 100, Kantenlängen 300 mm, mit ringsum laufenden Kehlnähten $a=7$ mm an den Flanschen und $a=4$ mm am Steg angeschweißt. Die Platten waren so gegen die Stützen verdreht, daß Plattenkante und Flanschseite einen Winkel von 45° bildeten. Die Kopf- und Fußplatten hatten je 4 Bohrungen $\varnothing 25$ mm für die Ankerschrauben. Weiterhin wurde eine Keilplatte 300×300 mm² mit der Neigung von $\varphi=1\%$ und zwei Keilplatten mit $\varphi=2\%$ Neigung hergestellt und zu den Kopf- und Fußplatten passend gebohrt. Die Keilplatten waren in Richtung einer Kante geneigt und wurden kantenbündig unter die Fuß- bzw. Kopfplatten gesetzt. Die um 45° zu den Plattenkanten verdrehten Stützen erhielten dadurch eine End-Neigung von $\varphi_x = \varphi_y = \varphi/\sqrt{2}$.

Die 500 mm langen Stützenabschnitte für den Druckversuch mit vollem Stützenquerschnitt (stub-column-test) wurden rechtwinklig zur Stützenachse planparallel gesägt.

Die Probestäbe für die Zugversuche wurden aus den Flanschen der 400 mm langen Reststücke entnommen und als lange Proportionalstäbe entsprechend DIN 50 125 vorbereitet.

2.2. Durchführung der Versuche

2.2.1. Druckversuch (Querschnittsversuch)

Für den Druckversuch mit vollem Stützenquerschnitt (stub-column-test) stand eine Druckprüfmaschine mit 500 Mp maximaler Druckkraft zur Verfügung; der Versuch wurde im 250-Mp-Bereich der Prüfmaschine gefahren. An der oberen Druckplatte der Prüfmaschine wurde die Gelenkwirkung der Kugelkalotte durch Paßstücke ausgeschaltet, die untere Druckplatte blieb gelenkig gelagert.

An den beiden Probekörpern wurden für die Verformungsmessung zwei Meßbügel im Abstand von 200 mm voneinander, mit je 150 mm Abstand von den Säulenenden, angeklemt und an jeder Flanschseite eine Meßuhr mit $1/100$ mm Skalenteilung eingesetzt. Die Probekörper wurden sorgfältig zentrisch in die Prüfmaschine eingebaut und stufenweise in 5-Mp-Stufen ansteigend belastet.

Im Bereich der Fließgrenze wurden die Laststufen auf 2,5 Mp verringert und die Meßuhren bei der Säule 1 erst nach mehreren Minuten Wartezeit abgelesen, wenn sie nahezu zum Stillstand gekommen waren.

Bei der Säule 2 wurde die Last mit konstanter Ölfördermenge langsam gesteigert und die Längenänderungen der Meßstrecken bei den gleichen Laststufen wie bei Säule 1 abgelesen. Im Fließbereich wurden dann beide Meßuhren gleichzeitig abgelesen, wenn die Lastanzeige volle Mp-Zahlen erreichte.

2.2.2. Zugversuche

Die Zugversuche zur Bestimmung der Streckgrenze β_S , der Zugfestigkeit β_Z und der Bruchdehnung δ_{10} wurden entsprechend DIN 50 146 in einer 60-Mp-Zugprüfmaschine im 30-Mp-Bereich durchgeführt.

2.2.3. Traglastversuche

Für die Traglastversuche war es erforderlich, die 3,0 m und 6,0 m langen Stützen oben und unten voll einzuspannen und den Fußplatten bzw. Kopf- und Fußplatten eine bestimmte Anfangsneigung gegen die x - und y -Achsen der Stützen zu geben (s. Tabelle I).

Als geeignet für die Einspannung der Stützen erwies sich eine stehende 500-Mp-Zugprüfmaschine mit maximal 8,0 m Einspannlänge, deren massive Querhäupter mit Einspann-Nuten für Hammerkopfschrauben versehen sind. Die für diesen Fall erforderliche Verwendung als Druckprüfmaschine ließ sich dadurch ermöglichen, daß der unten stehende Druckzylinder der Prüfmaschine ausgeschaltet werden konnte und dafür zwischen dem Maschinenquerhaupt und dem vertikal verschieblichen unteren Querhaupt 5 Druckpressen mit je 20 Mp maximaler Druckkraft und einer Bauhöhe von 350 mm eingesetzt wurden. In Fig. 1 ist die Prüfmaschine schematisch skizziert. Die 5 Druckpressen mußten zunächst das Gewicht des unteren Querhauptes einschließlich der daran hängenden Unterkonstruktion mit dem Druckzylinder der Prüfmaschine von insgesamt etwa 16 Mp tragen, bevor die zu prüfende Stütze belastet wurde. Die Versuchseinrichtung wurde vor Beginn der Traglastversuche geeicht.

Danach wurden die Stützen nacheinander zum Versuch eingebaut. Die HV-Schrauben M 24 \times 180-8 G wurden mit Paßstücken in die Nuten der Querhäupter eingeführt, danach die Keilplatten mit 1% bzw. 2% Neigung eingesetzt und schließlich die Stützen durch Verfahren des unteren Querhauptes in die Ankerschrauben eingeführt und die Muttern der Schrauben leicht von Hand angezogen. Dabei wurden die Druckpressen unter konstantem Druck gehalten, so daß die eingebauten Stützen vom Gewicht des Querhauptes unbeeinflusst blieben. In diesem Zustand erfolgte die erste Nullmessung an den Stützen. Die Fig. 2 zeigt die Stütze 2.2 in der Prüfmaschine (nach dem Versuch).

Danach wurden die Schrauben in Kopf- und Fußplatten mit einem Drehmomentenschlüssel vorgespannt. Die Vorspannung $P_v = 15$ Mp in den inneren Schrauben und $P_v = 5$ Mp in den äußeren Schrauben (s. Fig. 3) war so gewählt, daß die Kopf- und Fußplatten unter jeder möglichen Laststufe ohne klaffende Fuge an den Keilplatten bzw. Querhäuptern der Prüfmaschine anlagen. Auch beim Vorspannen der Schrauben gewährleistete der konstante Pressendruck den Ausgleich des Maschinen-Eigengewichtes. Damit war der erste Belastungszustand erreicht; Beanspruchung der Stütze durch ein Moment am Fuß bzw.

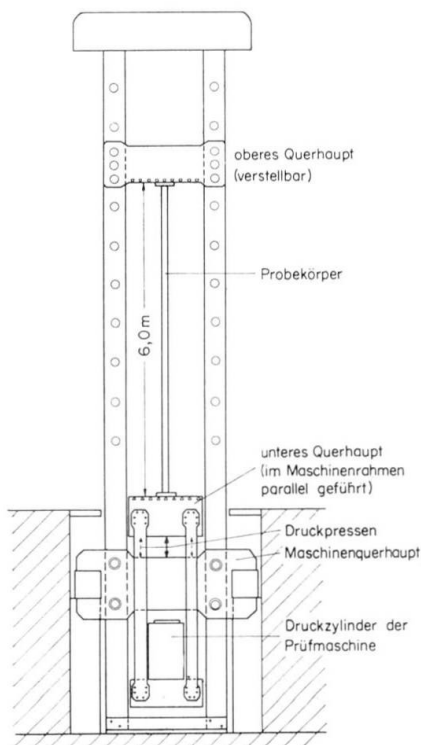


Fig. 1.

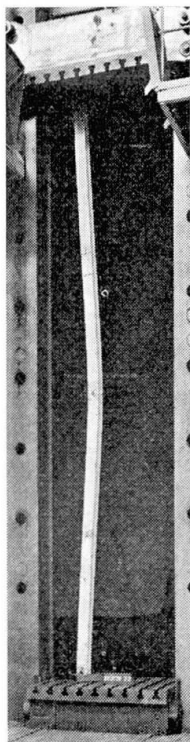


Fig. 2.

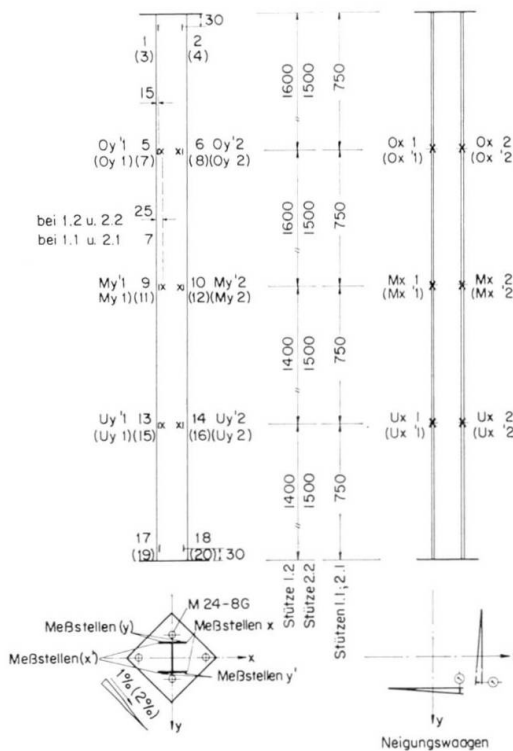


Fig. 3.

Fig. 1. Prinzipskizze der Prüfmaschine.

Fig. 2. Stütze 2.2 ($l = 6,0 \text{ m}$) in der Prüfmaschine (nach dem Versuch).

Fig. 3. Lage der Meßstellen.

Fuß und Kopf der Stütze, ohne Axialkraft. Danach folgten die weiteren Belastungszustände mit zusätzlich stufenweise gesteigerter Axialkraft. Nach Erreichen einer jeden Laststufe wurden die Verformungen und Dehnungen in verschiedenen Meßquerschnitten gemessen.

2.2.4. Messungen

2.2.4.1. Dehnungsmessungen

An den 6 m langen Stützen wurden in jeweils 5 Meßquerschnitten mit je 4 elektrischen Dehnungsmeßstreifen die Dehnungsänderungen in Längsrichtung der Stützen gemessen. Verwendet wurden Hottinger-Dehnungsmeßstreifen vom Typ 20/600, $K = 2,11$. Die Lage der Meßstellen ist aus Fig. 3 zu ersehen.

2.2.4.2. Verschiebungsmessungen

Die Verformungen der Stützen in x - und y -Richtung wurden in 3 Meßquerschnitten verfolgt. Dazu waren in jedem Meßquerschnitt 4 Meßuhren mit $1/100 \text{ mm}$ -Teilung am steifen Maschinenrahmen befestigt. Mit diesen Meßuhren konnten nur geringe Anfangsverformungen gemessen werden, da die Verformungen schräg zur Meßuhrenrichtung verliefen und damit die Meßwerte der ortsfesten Meßuhren verfälscht wurden.

Deswegen wurden die Verformungen außerdem mit Spiegelmaßstäben gemessen. Dazu waren an den Stützen Meßplättchen mit Zentrierbohrungen aufgeklebt. In die Zentrierbohrungen wurde die kugelförmige Spitze des Spiegelmaßstabes eingesetzt. Gemessen wurde der Abstand der Meßstellen gegen parallel zur x - und y -Richtung der Stützen gespannte Meßdrähte. Der Spiegeleinsatz neben der Skala des Maßstabes erlaubte dabei ein parallaxefreies Ablesen auch bei vertikaler Verschiebung der Meßstellen gegen den Meßdraht. Die Ablesegenauigkeit lag bei den Spiegelmaßstäben bei $\pm 0,2$ mm. Mit den Spiegelmaßstäben und parallel zur Stützenlängsachse gespannten Meßdrähten wurde nach Einbau der Stützen auch die Geradheit der Probekörper kontrolliert und die festgestellten Abweichungen protokolliert.

2.2.4.3. Neigungsmessungen

Für die Versuche war es besonders wichtig, eventuelle Änderungen der Einspannung zu erkennen. Deswegen wurden die Bewegungen der Maschinenquerhäupter in x - und y -Richtung mit Neigungswaagen beobachtet und außerdem die Abstände O.K. Querhaupt zu O.K. Fußplatte bzw. Kopfplatte mit Meßuhren gemessen.

3. Versuchsergebnisse

3.1. Ermittlung der Materialkennwerte

3.1.1. Druckversuche (Querschnittsversuche)

Aus den tatsächlichen Abmessungen der verwendeten I-Profile ergab sich ein Stützenquerschnitt von $F \cong 32,5$ cm² für beide Stützenpaare.

Die mittleren Querschnittsabmessungen betragen:

$$\begin{array}{ll} \text{Höhe: } h = 121,1 \text{ mm;} & \text{Breite: } b = 118,6 \text{ mm;} \\ \text{Flanschdicke } t = 10,6 \text{ mm;} & \text{Stegdicke } s = 6,4 \text{ mm.} \end{array}$$

Beim Druckversuch mit den kurzen Säulen mit vollem Querschnitt (stub-column-test) wurde bei jeder Laststufe der Mittelwert aus den Ablesungen an beiden Meßuhren gebildet. Die Meßergebnisse sind in den Fig. 4 und 5 als Kraft-Verkürzungs-Diagramme aufgetragen.

Setzt man die Quetschgrenze mit der $\beta_{d0,2}$ -Grenze gleich, so ließe sich diese aus den Diagrammen zu $\beta_{d0,2} = 25,4$ kp/mm² bei Säule 1 und zu $\beta_{d0,2} = 25,3$ kp/mm² bei Säule 2 ermitteln.

3.1.2. Zugversuche

Die 4 Zugversuche brachten wenig streuende Ergebnisse:

$$\begin{array}{ll} \text{Streckgrenze } \beta_S = 24,6 \text{ kp/mm}^2 & (24,1 \text{ bis } 25,0 \text{ kp/mm}^2), \\ \text{Zugfestigkeit } \beta_Z = 40,4 \text{ kp/mm}^2 & (40,3 \text{ bis } 40,5 \text{ kp/mm}^2), \\ \text{Bruchdehnung } \delta_{10} = 29,2\% & (28,5 \text{ bis } 30,0\%) \end{array}$$

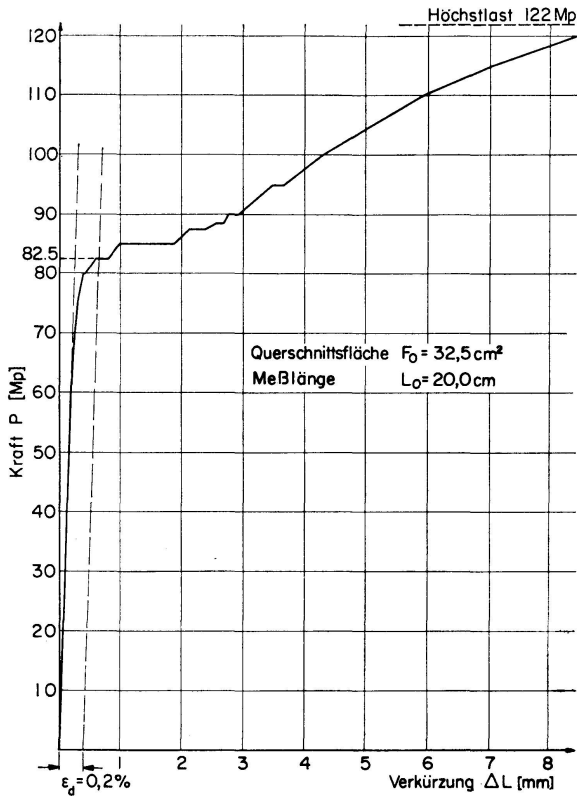


Fig. 4. Kraft-Verkürzungs-Diagramm der Säule 1 (stub-column-test).

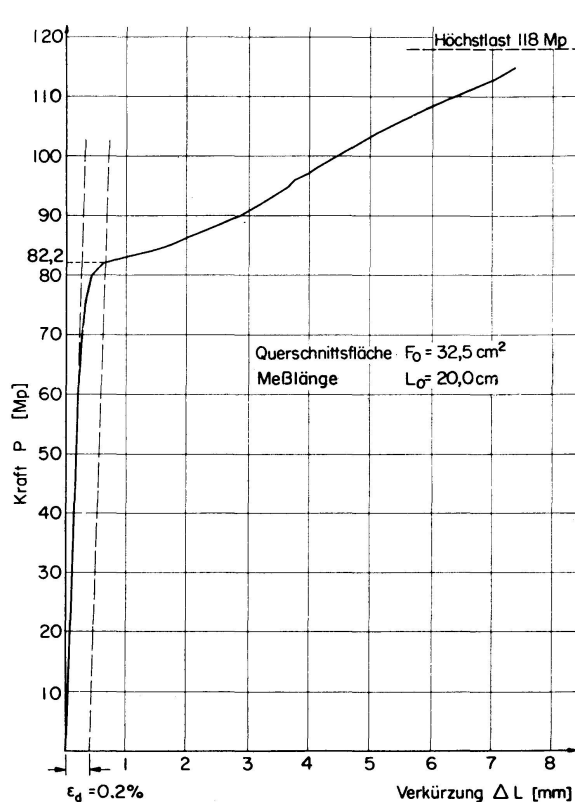


Fig. 5. Kraft-Verkürzungs-Diagramm der Säule 2 (stub-column-test).

Die Streckgrenzen waren ausgeprägt, Bruchaussehen und Einschnürung normal.

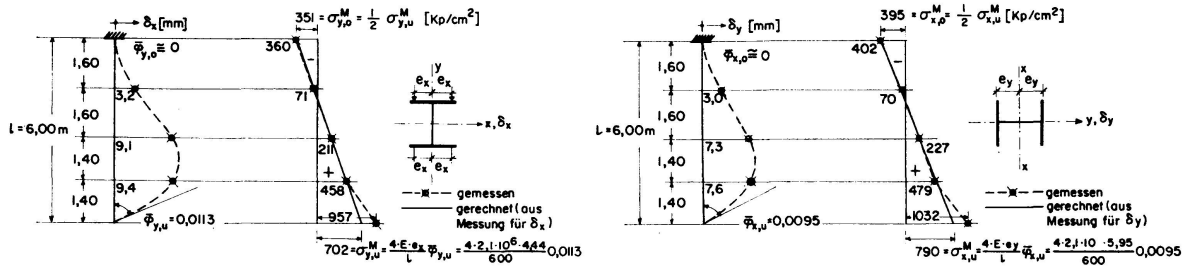
3.2. Traglastversuche

3.2.1. Die Enddrehwinkel φ_x und φ_y

Da die Enddrehwinkel von entscheidender Bedeutung für die Größe der Traglast sind, wurden sie — wie oben beschrieben — besonders sorgfältig vor Beginn der eigentlichen Traglastversuche bestimmt. Die möglichen Änderungen der Enddrehwinkel während des Versuchsablaufes konnten ohne Schwierigkeiten direkt gemessen werden. Die Ermittlung der Enddrehwinkel im Ausgangszustand — nach Anspannen der HV-Schrauben an den Stirnplatten, jedoch vor Aufbringen einer Axiallast — war jedoch nur indirekt möglich. Dazu wurden zwei Wege benutzt:

- Die Differenzen der Verformungen vor und nach dem Anspannen der HV-Schrauben wurden graphisch aufgetragen und aus diesen Biegelinien die Enddrehwinkel entnommen.
- Bei den Versuchen 1.2 und 2.2 — d. h. bei den 6,00 m langen Stützen — konnten die Enddrehwinkel außerdem aus den gemessenen Biegespannungen berechnet werden.

Es zeigte sich bei den langen Stützen, daß die Differenzen zwischen den nach a) und b) bestimmten Winkeln unbedeutend waren, so daß auch die nur nach a) bestimmten Winkel bei den kurzen Stützen als genügend genau angesehen werden können.



a) Verformungen und Spannungen für Biegung in der x—x-«Ebene».

b) Verformungen und Spannungen für Biegung in der y—y-«Ebene».

Fig. 6. Auswertung der Meßergebnisse für die Enddrehwinkel bei Stütze 1.2.

In Fig. 6 ist das Ergebnis dieser Messungen für die Stütze 1.2 dargestellt. Die am Stützenfuß gemessenen großen Dehnungen wurden für die Ermittlung von φ nicht herangezogen, da hier wegen der durch das Anschweißen der Fußplatten vorhandenen Eigenspannungen sehr früh Fließerscheinungen auftraten.

In Tabelle II sind für alle Stützen die nach den geschilderten Methoden ermittelten Enddrehwinkel $\bar{\varphi}$ zusammengestellt. Außerdem sind dort auch die im Versagenszustand vorhandenen zusätzlichen Enddrehwinkel $\bar{\varphi}$ eingetragen, die durch die geringfügigen Bewegungen der Querhäupter während der Traglastversuche entstanden sind.

Tabelle II. Experimentelle Enddrehwinkel

Stütze	Kopfdrehwinkel					
	$\bar{\varphi}_{x,0}$	$\bar{\bar{\varphi}}_{x,0}$	$\varphi_{x,0}$	$\bar{\varphi}_{y,0}$	$\bar{\bar{\varphi}}_{y,0}$	$\varphi_{y,0}$
1.1	~ 0	0,0002	~ 0	~ 0	0,0001	~ 0
1.2	~ 0	~ 0	~ 0	~ 0	~ 0	~ 0
2.1	0,0164	~ 0,0005	0,0169	0,0125	~ 0,0001	0,0126
2.2	0,0233	0,0003	0,0236	0,0157	0,0003	0,0160
	Fußdrehwinkel					
	$\bar{\varphi}_{x,u}$	$\bar{\bar{\varphi}}_{x,u}$	$\varphi_{x,u}$	$\bar{\varphi}_{y,u}$	$\bar{\bar{\varphi}}_{y,u}$	$\varphi_{y,u}$
1.1	0,0063	0,0004	0,0067	0,0082	~ 0	0,0082
1.2	0,0095	0,0002	0,0097	0,0113	0,0011	0,0124
2.1	0,0164	~ 0,0005	0,0169	0,0125	0,0001	0,0125
2.2	0,0233	0,0003	0,0236	0,0157	0,0003	0,0160

Vergleicht man diese Enddrehwinkel mit den planmäßigen Winkeln $\varphi_{x,u} = \varphi_{y,u} = 0,0071$ für die Versuche 1.1 und 1.2, bzw. $\varphi_{x,0,u} = \varphi_{y,0,u} = 0,0142$ für die Versuche 2.1 und 2.2 (Tab. I), so erkennt man, daß trotz sorgfältiger Laborarbeit Abweichungen vom rechten Winkel zwischen Fußplatten-Ebene und Stabachse beim Zusammenschweißen nicht vermieden werden konnten. Auf diese Tatsache wird im nächsten Abschnitt noch einmal eingegangen.

3.2.2. Traglast und Last-Verformungs-Verhalten der Versuchsstützen

Wie in Abschnitt 2 bereits erwähnt, wurde die Belastung in Stufen bis zur Traglast gesteigert. Für die Ausbiegungen in Stützenmitte in x - und y -Richtung sind die Meßergebnisse in den Figuren 7a, b, c und d aufgetragen.

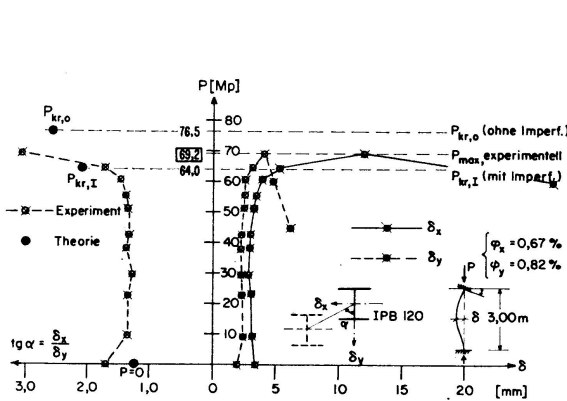


Fig. 7a. Last-Verformungs-Diagramm für Versuch 1.1.

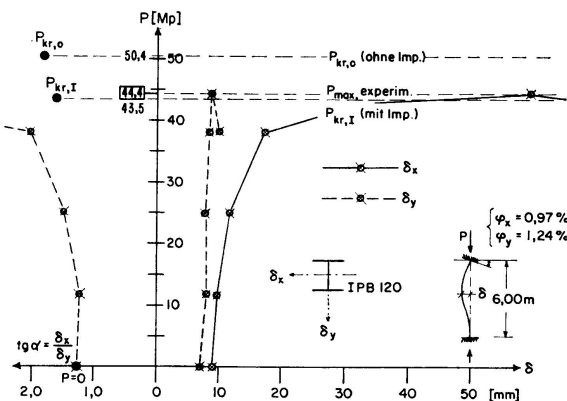


Fig. 7b. Last-Verformungs-Diagramm für Versuch 1.2.

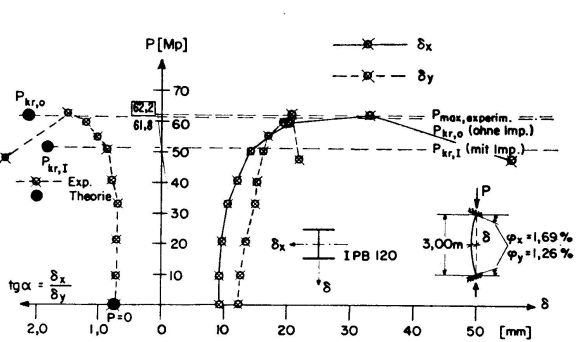


Fig. 7c. Last-Verformungs-Diagramm für Versuch 2.1.

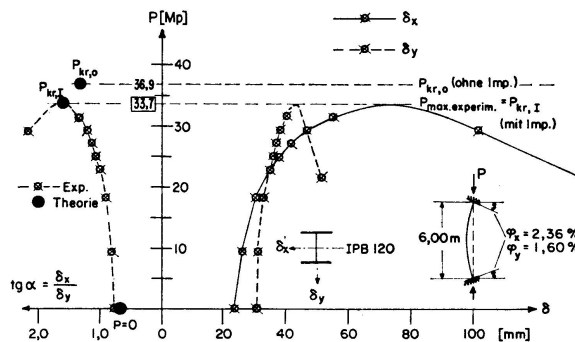


Fig. 7d. Last-Verformungs-Diagramm für Versuch 2.2.

Es zeigen sich die für Instabilitätsprobleme ohne Gleichgewichtsverzweigung charakteristischen Last-Verformungskurven mit dem abfallenden Ast nach Erreichen der Höchstlast bzw. Traglast $P_{max,experimentell}$.

Zum Vergleich sind in diese Diagramme auch die mit Hilfe der Formeln (2.14) und (2.13) nach [1] und mit den Enddrehwinkeln der Tabelle II berech-

neten theoretischen Traglastwerte $P_{kr,0}$ eingetragen. Die Versuchsergebnisse liegen i. M. um 7,4% unter den theoretischen Werten, d. h. auf der «unsicheren Seite». Aus diesem Grunde wurde in [1] der zusätzliche (d. h. zu den *planmäßigen* Enddrehwinkeln zu addierende) Drehwinkel

$$\Delta \varphi_{(y)} = \frac{0,1}{\lambda_{x(y)}} + 0,008$$

eingeführt, der eine Reihe von baupraktisch unvermeidbaren Imperfektionen, die in der Theorie nicht erfaßt sind, näherungsweise berücksichtigen soll. Zu diesen Imperfektionen gehören z. B. die in Abschnitt 3.2.1 erwähnten Abweichungen der Winkel zwischen Fußplatten und Stabachsen sowie die ebenfalls festgestellten Vorkrümmungen der Stützen und die sicher vorhandenen Eigenspannungen.

Berechnet man die Traglast-Lasten mit den Enddrehwinkeln ($\varphi_{soll} + \Delta \varphi$), so ergeben sich die in den Figuren 7 a–d als $P_{kr I}$ eingetragenen Werte*). Diese Werte zeigen eine gute Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen, wobei nunmehr die Abweichungen auf der «sicheren Seite» liegen.

3.2.3. Neigungswinkel α der Verformungsebene

In den Figuren 7 a–d ist auch der Tangens des Neigungswinkels α der in der Näherungstheorie nach [1] vorausgesetzten Verformungs-*Ebene* aufgetragen. Sowohl für den Anfangs-Zustand $P=0$ als auch für den End-Zustand P_{kr} ergibt sich — wie man aus den eingetragenen theoretischen Werten ersieht — eine befriedigende Übereinstimmung zwischen Theorie und Versuch. Damit ist gezeigt, daß die vereinfachende Annahme gerechtfertigt ist, die Verformungen näherungsweise in den beiden Ebenen *getrennt* nach Theorie II. Ordnung (d. h. ohne Berücksichtigung von Torsionsmomenten) zu berechnen.

Literatur

- [1] VOGEL, U.: Die Traglast von eingespannten Geschoßstützen mit I-Querschnitt bei Biegung um beide Hauptachsen. Vorgesehener Diskussionsbeitrag zum Thema IIIa des 8. Kongresses der IVBH in New York 1968.

*) Es sei hier noch auf folgendes hingewiesen: Der Winkel $\Delta \varphi$ ist oben und unten anzusetzen! Dadurch ergeben sich für die Stützen 1.1 und 1.2 Drehwinkelverhältnisse von $0 < \varphi_0/\varphi_u < 1$, für welche die Formeln (2.14) und (2.13) in [1] nicht gültig sind. Es kann jedoch zwischen den Ergebnissen nach Formel (2.14) und Formel (2.13) linear interpoliert werden.

Zusammenfassung

Es wird die Durchführung und Auswertung von 4 Traglastversuchen an eingespannten Stützen mit I-Querschnitt beschrieben, die durch Verdrehung der Endquerschnitte auf Biegung um beide Querschnittshauptachsen beansprucht werden. Die Auswertung der Meßergebnisse zeigte, daß eine gute Übereinstimmung der Versuchsergebnisse mit der vom erstgenannten Verfasser vorgeschlagenen Näherungstheorie [1] erst erreicht werden konnte, nachdem diese Theorie durch die Einführung eines plausiblen Imperfektionsgesetzes verbessert wurde.

Summary

Performance and interpretation of 4 ultimate load tests with restrained I-shaped columns, subjected to bending about both axes, are described. The interpretation of the test-results shows, that a good agreement with the proposed approximate theory of the first author [1] could be obtained, after introducing a plausible imperfection-law.

Résumé

On décrit l'exécution et l'interprétation de quatre essais de charges limites pour des poteaux encastrés à profil en I qui sont soumis, par rotation des deux extrémités, à de la flexion selon les deux axes principaux. L'interprétation des mesures montra une bonne concordance entre les résultats expérimentaux et ceux de la théorie approximative proposée par le premier auteur dans [1] à condition d'introduire dans cette théorie une certaine loi d'imperfection plausible.

Leere Seite
Blank page
Page vide