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

Band: 7 (1964)

Artikel: Neue Stossverbindung von Stahlbetonfertigteilstützen

Autor: Heynisch, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-7893

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: 08.08.2025

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

IVb4

Neue Stoßverbindung von Stahlbetonfertigteilstützen

New Splice Joint for Precast Reinforced Concrete Columns

Nouveau joint de poteaux préfabriqués en béton armé

W. HEYNISCH
Professor Dipl.-Ing., Brandenburg (Havel)

Im VEB Industriebau Brandenburg werden seit vielen Jahren Stahlbetonmontagebauten ausgeführt. Von der Forschungsstelle des Betriebes ist eine neue Stoßverbindung für Stahlbetonfertigteilstützen mit folgender Wirkungsweise entwickelt worden (Fig. 1):

Das obere Stützenteil mit Stahlbetonzapfen wird in die Hülse des unteren Teiles eingeführt, auf Flächenkeile abgesetzt und ausgerichtet. Nach Abdichten der Außenfuge werden die Hohlräume der Verbindung mit Einpreßmörtel ausgepreßt und somit ein hochwertiger monolithischer Verbund erzielt. Durch

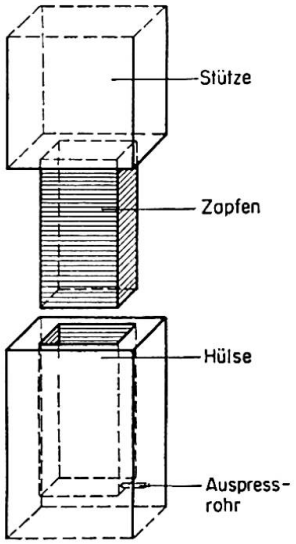


Fig. 1. Stahlbetonzapfenstoßverbindung.

zweckmäßigste Bewehrungsanordnung in Hülse und Zapfen sowie die Profilierung von Zapfen und Hülsenwandung wird über den Scherverbund der Mörtelfuge ein Biegemoment übertragen, das zu einer hohen Tragfähigkeit des gestoßenen Querschnittes führt. Dieser Stahlbetonzapfenstoß kann im Vergleich zu den geschweißten Bewehrungsstößen und den Stahlbauverbindungen als eine «echte» Stahlbetonverbindung angesehen werden. Bruchversuche an Stützen mit einem Schweißstoß zeigten, daß die Tragfähigkeit dieser Verbindung ausschließlich von der Güte des nachträglich eingebrachten Betons abhängig ist. Die Bruchlasten lagen bei 0,6—0,8 der rechnerischen Bruchlast, wobei in allen Fällen der Beton im Stoßbereich versagte.

Gegenüber den bisher geschweißten Stützenverbindungen bringt der neue Stoß verschiedene Vorteile, wie:

1. Kurzzeitige Inanspruchnahme der Hebegeräte bei der Montage.
2. Sofortige Übertragung der Montagelasten und Gewährleistung der Stabilität der Stütze ohne umfangreiche zusätzliche Sicherungsmaßnahmen.
3. Einfaches Justieren der Stütze mit Keilen ohne Hilfe des Hebegerätes.
4. Herstellen der vollen Tragfähigkeit der Verbindung durch Auspressen der Fugenhohlräume mit Injektionsmörtel.
5. Keine oder nur unbedeutende Verminderung der Tragfähigkeit vor allem des Betons im Stoßbereich.
6. Verkürzung der Montagezeiten.
7. Für die Arbeiten werden keine Spezialkräfte benötigt.

Experimentelle Erprobung des Zapfenstoßes

Bei Biegebeanspruchung wirkt die Stütze im Stoßquerschnitt durch die Einschnürung als Träger mit verkleinertem Hebelarm der inneren Kräfte. Die Übertragung der Zugkraft von der Stützen- zur Zapfenbewehrung wird durch den Scherverbund des Auspreßmörtels zwischen Zapfen und Hülse erreicht. Die theoretische Lösung dieser Aufgabe war beim gegenwärtigen Stand der Grundlagen über das Schubproblem nicht eindeutig möglich. Es wurde daher an Versuchskörpern 1 : 1 das Tragverhalten des Stoßes ermittelt, wobei schrittweise Konstruktionsverbesserungen vorgenommen wurden. Hiernach konnten allgemeine Regeln für Konstruktion, Beanspruchung, Bemessung und Anwendungsbereiche aufgestellt werden.

Schwachstellenversuche ergaben die Grundkonzeption für die Stoßverbindung, anschließend wurde eine Serie von Zulassungsversuchen durchgeführt. Die Versuchsstützen mit einem Querschnitt von 40×50 cm wurden als Balken auf 2 Stützen geprüft. Untersucht wurde der Einfluß der Bewehrung von Zapfen und Hülse, die Zapfenlänge sowie verschiedene Beanspruchungsarten, wie Biegung, Biegung mit kleiner und großer Druckkraft, wechselndes Moment, zweiaxiale Biegung und Zugbeanspruchung. Einige Ergebnisse dieser Versuche sind in Tafel 1 zusammengestellt.

Die Versuche der Stoßverbindung ergaben bei der richtigen Wahl von Zapfen- und Hülsenabmessungen sowie der Bewehrung ein gutes Verhalten hinsichtlich der Tragfähigkeit und Formänderungen zur ungestoßenen Stütze (Vergleichsbalken). Wie wichtig der Scherverbund zwischen Zapfen und Hülse für das Tragverhalten des Stoßes ist, zeigen die Rißbilder der Versuche 7 (I), 4 (II) und 6 (III) nach Tafel 1 (siehe Fig. 2).

Bei Stützenstößen mit zu kurzer Zapfenlänge oder geringem Verbund zwischen Zapfen und Hülse wird frühzeitig die Scherfestigkeit des Auspreßmörtels zerstört. Diese Bedingungen waren beim Versuch 4 (Diagramm II)

Tafel 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Versuch Nr.	Würfelfestigkeit W_{28}	Querschnitt	Prüflänge	Zapfenlänge	Zapfenbewehrung St III a	Stützenbewehrung St III a	Längskraft	Tragmoment (Zapfen)	Exp. Bruchmoment	Bruchsicherheit v_B	Bruch durch Versagen von
	(kp/cm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(32 mm ⌀)		(Mp)	(Mpm)	(Mpm)		
Versuche Biegung mit Längskraft											
1	458	400.500	3000	500	6	6 Dmr. 32	50	13,8	36	2,60	Beton
2	458	400.500	3000	500	6	6 „ 32	50	13,8	34	2,46	
3	458	400.500	3000	500	6	6 „ 32	200	9,4	30	3,20	Beton
Versuche reine Biegung											
4	450	400.500	3000	400	6	4 „ 24	—	(19,4)	26	1,57	Bügelbewehrung der Hülse
5	450	400.500	3000	500	6	4 „ 24	—	(19,4)	33	1,99	
6	450	400.500	3000	670	6	4 „ 24	—	(19,4)	38	2,29	Bügel-, Zugbewehrung und Beton
Versuch reine Biegung am ungestoßenen Balken											
7	450	400.500	3000	—	—	4 „ 24	—	16,6	40	2,41	Zugbewehrung

gegeben; örtliche Überbeanspruchungen der Hülse führten zum Bruch der Verbindung.

Die Beanspruchung der Zapfenverbindung ist je nach Belastung verschieden. Liegt die Druckresultierende noch im Kernquerschnitt der Stütze, dann wird die Tragfähigkeit im Stoßbereich nicht vermindert. Der 15—25 mm starken Stoßfuge zwischen Stützenunter- und -oberteil kommt hierbei eine außerordentliche Bedeutung zu. Versuchsergebnisse über das Druckverhalten einer 15 mm starken Mörtelfuge — verglichen mit der Würfelfestigkeit — sind in Tafel 2 wiedergegeben. Sie zeigen die frühzeitige Belastbarkeit und hohe Tragfähigkeit dieser Fugen, zu denen die Bestimmungen nach DIN 4225 § 17.3 im Widerspruch stehen.

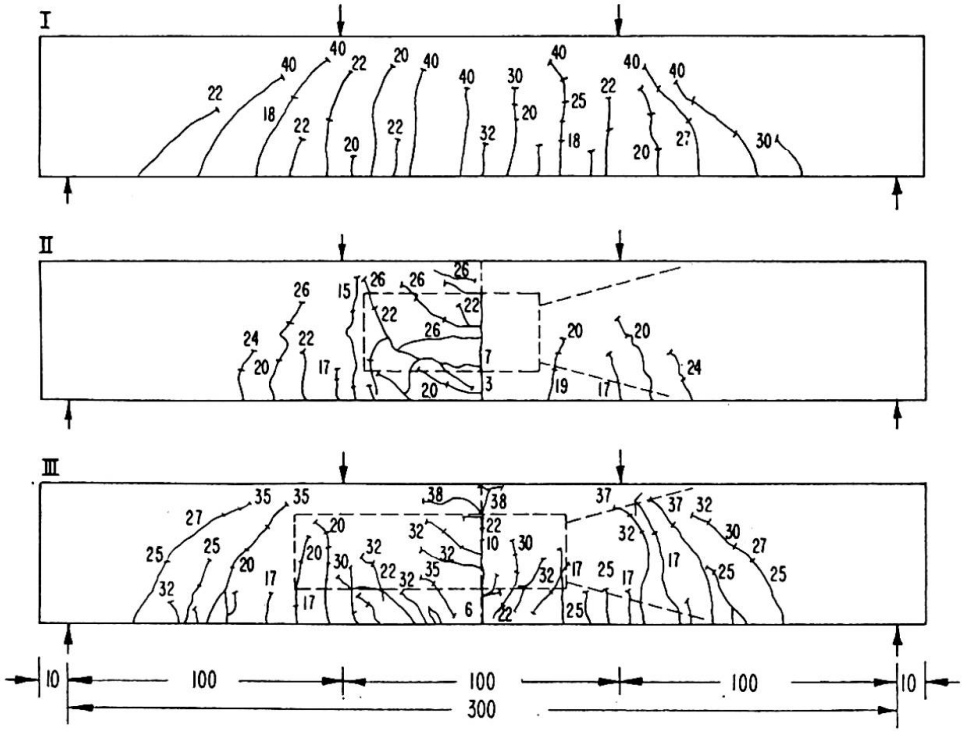
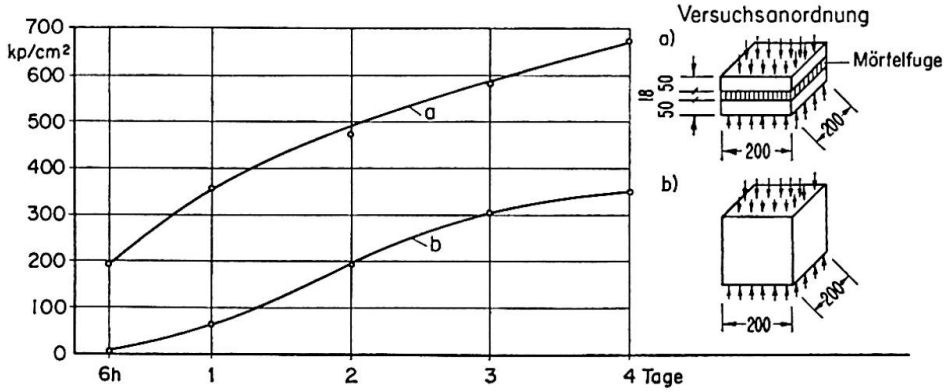


Fig. 2. Rißbilder von Bruchversuchen.

Tafel 2. Druckfestigkeiten einer 18 mm starken Mörtelfuge.



Bei größerer Exzentrizität der Druckkraft ist im Stoßquerschnitt mit einer gerissenen Fuge zu rechnen. Die Zugkraft des inneren Kräftepaares wird von der Stützen- auf die Zapfenbewehrung umgelagert. Unter Beibehaltung der Tragfähigkeit auch im Stoßquerschnitt ist die Bewehrung im Zapfen entsprechend zu vergrößern.

Bei den Versuchen traten je nach Bewehrungsgrad verschiedene Bruchzustände auf. Einmal Versagen des Betons im Druckbereich der Hülse, zum anderen Erreichen der Stahlfließgrenze in der Stützen- oder Hülsenbewehrung.

Eine Beanspruchung auf Biegung mit Zug kann bei Rahmenkonstruktionen oder Vierendeelstützen vorkommen. Zugkräfte kann der Zapfenstoß nur über die Scherfestigkeit der Auspreßfuge zwischen Zapfen und Hülse aufnehmen. Die Größe der aufnehmbaren Zugkraft ist von der Mantelfläche des Zapfens und der Güte des Auspreßmörtels bzw. des Stützenbetons abhängig. Aus durchgeführten reinen Zugversuchen ergaben sich Mörtelscherfestigkeiten von 20 bis 40 kp/cm² bei einem Mörtelalter von 7 Tagen.

Nach Auswertung aller Versuchsergebnisse konnten folgende Kennwerte für Bemessung und Konstruktion aufgestellt werden (Bezeichnungen nach Fig. 3).

Hülsenabmessungen:

Tragende Richtung: $a_3 = 0{,}10\,a_1$ bis $0{,}15\,a_1 = 10$ cm
Nicht tragende Richtung: $b_3 = 0{,}10\,b_1$ bis $0{,}15\,b_1 = 8$ cm

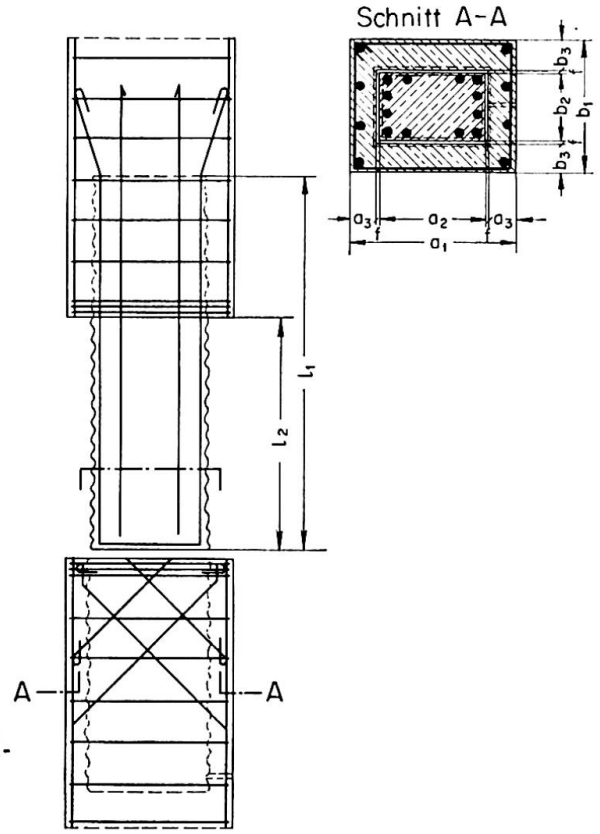


Fig. 3. Abmessungen und Bewehrungsanordnung für den Stahlbetonzapfenstoß.

Zapfen:

Zapfenlänge:	$l_2 = 3{,}2\,a_2$
Freie Zapfenlänge:	$l_1 = 2{,}0\,a_2$

Zapfen und Hülse erhalten eine 10—30 mm hohe Profilierung senkrecht zur Stützenlängsachse, um den Scherverbund zwischen Hülse und Zapfen zu sichern.

Der kleinste Stützenquerschnitt, bei dem eine Anwendung des Zapfenstoßes noch möglich ist, wird bestimmt durch die vorstehenden Mindestabmessungen der Hülse. Die aufnehmbaren Schnittkräfte werden begrenzt durch die maximale Bewehrungsanordnung im Zapfen.

Die Berechnung des Stoßquerschnittes erfolgt nach dem Traglastverfahren. Die Verringerung der statischen Höhe im Stoßbereich führt zu einem erhöhten Stahlbedarf im Zapfen. Da der Zapfen in der Regel über eine doppelte Bewehrung verfügt, kann im Bruchzustand bei kleinen Querschnitten die gesamte Zapfenbewehrung zur Übertragung der Zugkraft herangezogen werden. Gegenüber einer Bemessung nach Gebrauchslast ist dadurch eine Verringerung der Bewehrungsfläche möglich.

Bei der Anordnung der Bewehrung sind folgende Gesichtspunkte zu beachten. Die Überleitung der Zugkraft von der Stützen- zur Zapfenbewehrung beansprucht die Hülse auf Schub und erfordert eine entsprechende Bewehrung (s. Rißbilder). Die Versuche zeigten, daß eine Kombination von Bügeln und Schrägeisen (Fig. 3) am wirkungsvollsten ist. Die Bewehrungsanordnung der Hülse muß entsprechend der Schubspannungsverteilung vorgenommen werden. Die Stützenlängsbewehrung ist ohne Betondeckung bis zum Rand der Stoßfuge heranzuführen. Die Bügel der Stützenbewehrung sind im Stoßbereich zu konzentrieren.

Die erhöhten Anforderungen an die Fertigung der Stützen sind mit üblichen Mitteln zu erfüllen. Bei kleineren Stützenquerschnitten kann der Zapfen vorgefertigt in das Stützenoberteil eingebaut werden.

Der wesentliche Vorteil dieses Stoßes gegenüber anderen Stoßverbindungen ergibt sich im Montagevorgang. Das Stützenoberteil mit Zapfen wird bei der Montage in die Hülse des Unterteiles eingeführt und auf Flachblechen, Hartgummi oder Hartholzkeilen abgesetzt und ist bereits in diesem Stadium ausreichend gehalten. Bei großen Stützenhöhen oder weiteren Montagebelastungen ist ein Nachweis der Standsicherheit für den unausgepreßten Zustand zu führen. In diesen Fällen wird das Einbringen einer Mörtelfuge vor der Montage des oberen Stützenteiles in den Hülsenboden empfohlen.

Die volle Tragfähigkeit der Stoßverbindungen wird erst nach dem Auspressen erreicht. Für die Herstellung des Einpreßmörtels sowie für das Auspressen der Hohlräume gelten die entsprechenden Vorschriften für Spannbeton. Für das Auspressen sind die für Spannbeton handelsüblichen Geräte

zu verwenden. Die äußere Fuge kann zweckmäßig mit einem schnell erhärtenden Mörtel abgedichtet werden.

Die Montagearbeiten können auch bei tiefen Temperaturen durchgeführt werden. Durch einen Zusatz von 10 Vol.-% Methanol zum Anmachwasser wird der Frischmörtel bis $-15°$ C vor Frostschäden gesichert. Eine weitere Möglichkeit für die Weiterführung der Arbeiten bei großen Minustemperaturen zeichnet sich ab durch die Anwendung eines Kunststoffmörtels nach dem 2-Komponenten-Kunststoffsystem. Versuche hierüber laufen noch.

In der DDR sind die Fragen der Konstruktion, Bemessung und Montage in der Zulassung Nr. 149 der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Bauwesen festgelegt.

Anwendungsgebiete des Zapfenstoßes

Die Anwendung des Zapfenstoßes ist auf allen Gebieten der Montagebauweise, wie Stockwerks-, Flach-, Hallen-, Industriebauten und im Brückenbau möglich.

Nach der experimentellen Erprobung konnte bisher dieser Stoß bei mehreren Industriebauten mit Erfolg angewendet werden. So wurden z. B. die 27 m hohen Stützen eines Heizkraftwerkes mit Querschnitt 50×140 cm im Fußpunkt und auf halber Höhe durch eine Zapfenverbindung gestoßen. Die aufzunehmenden Schnittkräfte betrugen:

$$M = 128 \text{ Mpm}; \quad N = 364 \text{ Mp}; \quad Q = 31 \text{ Mp}.$$

Fig. 4 zeigt die Montage eines 22 t schweren Stützenoberteiles. Eine Montagehalterung war nicht erforderlich, da durch ein Mörtelbett im Hülsenboden

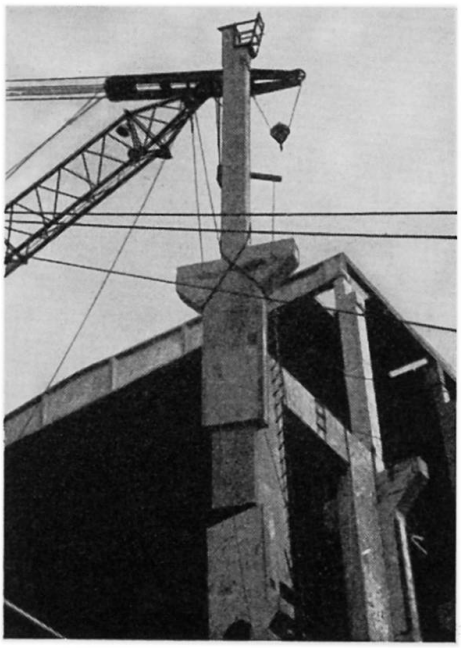


Fig. 4. Montage eines Stützenoberteiles mit Zapfenstoß.

und durch die Blechkeile in der Stoßfuge das Oberteil so gesichert war, daß anschließend gleich die Dachbinder montiert werden konnten. Das Auspressen der Fugenhohlräume konnte dadurch abschnittsweise für mehrere Stützen ausgeführt werden.

Die Vorteile des Zapfenstoßes bei dieser Anwendung sind aus dem Vergleich des Arbeitszeitaufwandes für die Montage und das nachträgliche Schließen der Verbindung gegenüber einem Schweißstoß ersichtlich (24 Std. für Zapfenstoß, 39 Std. für die Schweißverbindung). Die Arbeiten an der Zapfenstoßverbindung erfordern keine Spezialkräfte (Schweißer). Die mögliche Zeiteinsparung bei der Montage mit der Zapfenstoßverbindung wirkt sich günstig auf die Bauzeit und die Gesamtkosten aus.

Auch im Brückenbau findet der Zapfenstoß ein wichtiges Anwendungsgebiet. Zur Zeit werden ein- oder mehrstielige rahmenartige Unterbauten nach diesem Prinzip ausgeführt (Fig. 5). Die damit erreichte Vollmontage von zusammengespannten Fertigteilträgern führt zu einer beachtlichen Bauzeitverkürzung.

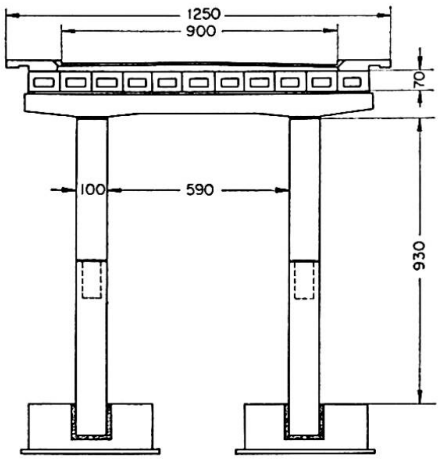


Fig. 5. Anwendung des Zapfenstoßes für Stützrahmen von Fertigteilbrücken.

Literatur

1. Heynisch: «Neuartige Stahlbeton-Stützenstoßverbindungen des VEB Industriebau Brandenburg.» Bauplanung-Bautechnik 1962, Heft 9.
2. Riedrich: «Experimentelle Prüfung von halbschalengeschweißten Stahlbeton-Stützenstößen auf Tragfähigkeit.» Bauplanung-Bautechnik 1963, Heft 2.
3. Mokk: «Bauen mit Stahlbetonfertigteilen.» VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1960.

Zusammenfassung

Der beschriebene Stahlbetonzapfenstoß ist eine Neuentwicklung im Montagebau mit Stahlbetonfertigteilen. Hinsichtlich der Kraftübertragung ergibt er volle Gleichwertigkeit von gestoßenem und ungestoßenem Stützenquerschnitt.

Die Hauptvorteile des Stahlbetonzapfenstoßes gegenüber den bekannten geschweißten Stoßverbindungen bzw. Überdeckungsstößen liegen in der kurzen Montagezeit, dem Justieren ohne zusätzliche Halterungen, der einfachen Herstellung der Verbindung durch Auspressen mit Mörtel, der vollen Tragfähigkeit des Betons im Stoßbereich und der sich aus diesen Punkten ergebenden Steigerung der Arbeitsproduktivität.

Da bei dieser Stoßverbindung nur eine kleine Horizontalfuge sichtbar bleibt, wird eine gute ästhetische Wirkung der gestoßenen Stütze erreicht.

Summary

The reinforced concrete tenon splice described is a new development for precast concrete columns. The load-carrying capacity of the joint is equal to that of a single-piece column.

The advantages of tenon splices over welded splices or overlapping splices are quick assembly, good alignment without additional holding devices, easy execution by grouting only, full load-carrying capacity of the concrete and increase in labour productivity.

The appearance of the joint is good as only a fine horizontal joint is visible on completion.

Résumé

Le joint à tenon en béton armé qui est décrit représente un nouveau développement dans la construction préfabriquée. En ce qui concerne la transmission des efforts, il assure une équivalence complète des sections de poteau avec ou sans joint.

Les avantages principaux du joint à tenon en béton armé comparé aux joints soudés ou aux joints à recouvrement connus sont: la rapidité du montage, l'ajustage sans dispositif de serrage, la réalisation simple du joint par pressurage avec du mortier, la pleine capacité portante du béton dans la zone du joint et l'augmentation de la productivité du travail résultant de ces facteurs.

Comme il ne reste qu'un petit joint horizontal visible, cette méthode d'assemblage permet d'obtenir un bon effet esthétique du poteau ainsi réalisé.

Leere Seite
Blank page
Page vide