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

Band: 10 (1976)

Artikel: Trag- und Verformungsverhalten aus einzelnen Fertigteilen zusammengesetzter Wand- und Deckenscheiben

Autor: Mehlhorn, Gerhard / Schwing, Heinz

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-10474

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

Trag- und Verformungsverhalten aus einzelnen Fertigteilen zusammengesetzter Wand- und Deckenscheiben

Strength and Deformation Behaviour of Walls and Floors composed of Precast Elements

Résistance et déformation des dalles et murs composés d'éléments préfabriqués

GERHARD MEHLHORN HEINZ SCHWING
Institut für Massivbau, TH Darmstadt
Darmstadt, BRD

1. Problemstellung

Für die Aussteifung zahlreicher Gebäude ist das Zusammenwirken von einzelnen Fertigteilen als großflächige Scheibe ausschlaggebend. Das Trag- und Verformungsverhalten dieser Scheiben wird im wesentlichen von dem der Fugen beeinflußt. Da der Spannungszustand der Fugen in Abhängigkeit von ihrer Lage innerhalb der Scheibe sehr unterschiedlich sein kann, sind reine Scher- oder Druckversuche an Fugen nicht ausreichend für die Beurteilung des Verhaltens von Scheiben. Versuche an Scheiben im Maßstab 1:1 sind sehr aufschlußreich; ihre Ergebnisse sind jedoch nur anwendbar, wenn gleiche Fertigteiltafeln, Verbindungsmittel und Auflagerbedingungen vorhanden sind. Es liegt daher nahe, ein allgemeingültiges Rechenverfahren zu entwickeln, in dem Scheiben mit beliebigen Fugen-und Auflagerbedingungen berechnet werden können. Aus diesem Grunde wurde aufbauend auf [1] ein Rechenprogramm nach der Methode der finiten Elemente entwickelt [2] , [3], in dem das Trag- und Verformungsverhalten der Fugen, in Erweiterung eines Grundgedankens von Franklin [4] , durch orthogonale Federn simuliert wird. In diesem Beitrag werden die wichtigsten Ergebnisse der Auswertung von Belastungsversuchen, die für die Steuerung des Fugentrag- und Verformungsverhaltens im Rechenprogramm Anwendung finden, sowie wesentliche Ergebnisse der rechnerischen Untersuchungen mitgeteilt.

2. Trag- und Verformungsverhalten von Fugen

In [1] bis [3] sowie [5] und [6] werden Auswertungen zahlreicher Versuchsergebnisse über Fugen in Fertigteilwänden und -Decken angegeben. In [7] werden Ergebnisse numerischer Parameteruntersuchungen an Wand-Decken-Knoten mitgeteilt.

Die Schubtragfähigkeit von Fugen hängt im wesentlichen von den Parametern Fugengeometrie, (Randprofilierung), Bewehrung (Bewehrungsgrad, Anordnung der Bewehrung) und der Betongüte ab. Für die in Bild 1 definierte Fugenausbildung beträgt der Mittelwert der Bruchschubspannung für Fugen mit

a) glatten Fugenrändern

$$\tau_u = 0.047 \cdot (\mu \beta_s + \sigma_N) \cdot \sqrt{\beta p} \qquad (2.01)$$

b) verzahnten Fugenrändern mit verteilter Bewehrung (Schlaufen)

$$\tau_u = \sqrt{\beta p \cdot \frac{B}{Fu} (o,4 + o,44 (\mu \beta_S + \sigma_N))} \qquad (2.02)$$

Bei extremen Verhältnissen $\mu\beta_S/\sigma_N$ ist die additive Wirkung der beiden Einflüsse mit Vorsicht zu handhaben, da die Bewehrung erst nach einer Rißbildung die Fließgrenze erreichen kann. Für unterschiedliche Randprofilierungen, definiert durch die bezogene Zahnfläche B/Fu sind in Bild 1 die Auswertung der Gleichungen (2.01) und (2.02) dargestellt. Nach den in [6] beschriebenen Versuchen ergibt sich bei sonst gleicher Ausbildung der Fugen (Fugenrandausbildung, Bewehrungsgrad, Betongüte) für eine am Fugenrand konzentrierte Bewehrung (Abstand 2,5 m) eine um 2o - 3o % geringere Bruchlast als für eine über die Fugenlänge verteilte Bewehrung.

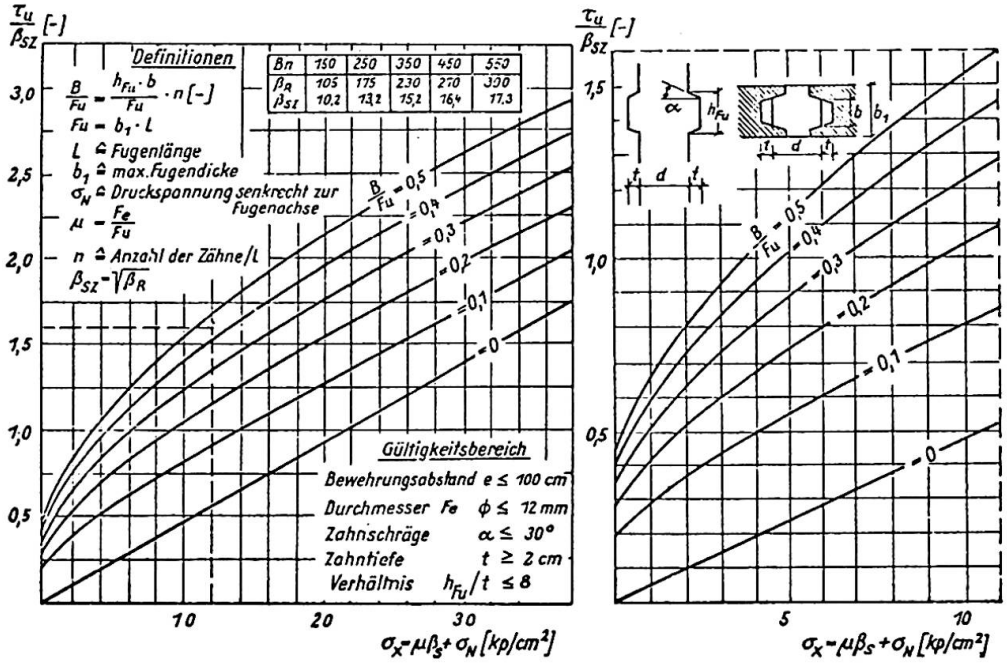


Bild 1: Kurventafel zur Bestimmung des erforderlichen Fugenbewehrungsgrades $\mu = F_e/F_u$ bei vorgegebener Schubspannung τ_u

Ein Spektrum von τ - σ-Beziehungen für den gesamten Schub- und Druckbruchbereich ist aus Bild 2 zu ersehen. Im Schubbruchbereich entspricht die untere Begrenzungsgerade der Charakteristik einer Fuge mit glatten Rändern, die obere Begrenzungskurve der einer verzahnten Fuge.

Typische Schubspannungs-Verschiebungsbeziehungen aus eigenen Versuchen [6] sind in Bild 3 dargestellt. Die Fugensteifigkeit, definiert als Sekantenmodul $K = \tau/\Delta$ ergibt sich für den Bruch nach [2] zu:

$$K_u = 6.8\ \mu \beta_S + 454 \cdot B/Fu \quad [kp/cm^2] \qquad (2.03)$$

Die oben angegebenen Fugencharakteristiken können direkt als Bemessungshilfen für die Ingenieurpraxis oder aber auch als Eingabewerte für das Rechenprogramm [2] , [3] Anwendung finden.

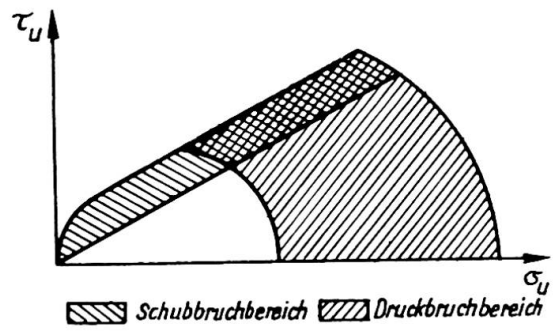


Bild 2: Spektrum von τ - σ - Beziehungen

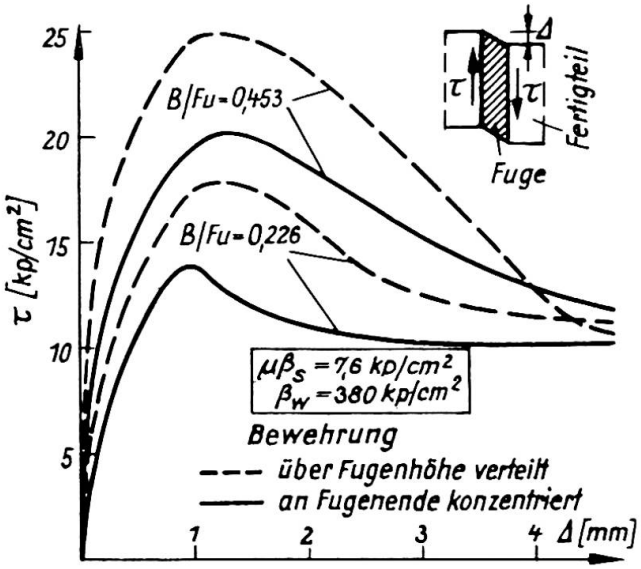


Bild 3: Schubspannungs-Verschiebungsbeziehungen

3. Tragverhalten von Wandscheiben aus Fertigteilen

Vertikalfugen von Wandscheiben übertragen im wesentlichen Schubkräfte. Üblicherweise haben diese Fugen geringere Breiten als die Wandtafeln. Infolge Zwangsbeanspruchungen der Wände sind die Kontaktflächen zwischen Fugenverguß und Fertigteiltafeln meistens gerissen. Dadurch ist eine reduzierte Schubübertragung der Fugen bedingt. Die Schubsteifigkeit derselben kann versuchsmäßig ermittelt werden, siehe Gleichung (2.03) und im Rechenprogramm zur Steuerung des Verformungsverhaltens der Fugen berücksichtigt werden.

Für die Horizontalfugen wird die Schubübertragung nicht als kritisch erachtet, da sie im allgemeinen durch Reibung gewährleistet ist. Demgegenüber kann die Drucktragfähigkeit der Fugen infolge der heterogenen Zusammensetzung des Wand-Decken-Knotens gegenüber monolithisch hergestellten Wänden stark reduziert sein, Beispiele siehe z.B. in [2] , [7] .

Unter der Annahme, daß alle Horizontalfugen überdrückt sind, und ihre Schubverformung vernachlässigt werden kann, ergeben sich die in Bild 4 [8] dargestellten Abminderungsfaktoren für die Trägheitsmomente der Wand bei Berücksichtigung der Schubverformung der Vertikalfugen. Diese reduzierten Trägheitsmomente sind bei der Verteilung der Horizontalkräfte anzusetzen. In [9] sind darüberhinaus Kriterien angegeben, bei deren Erfüllung der Nachweis der Horizontalkräfte von Großtafelbauten vernachlässigt werden kann.

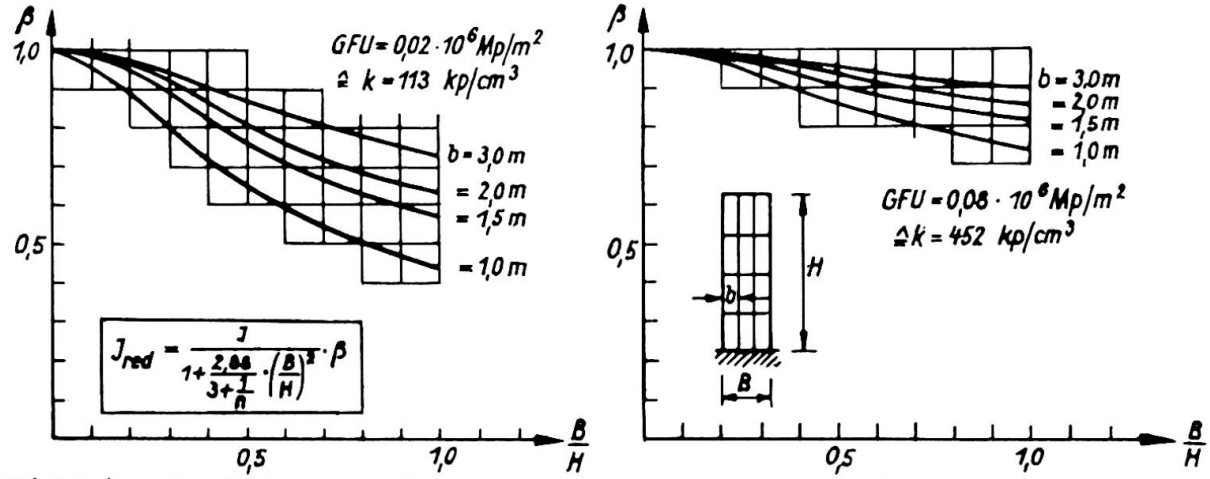
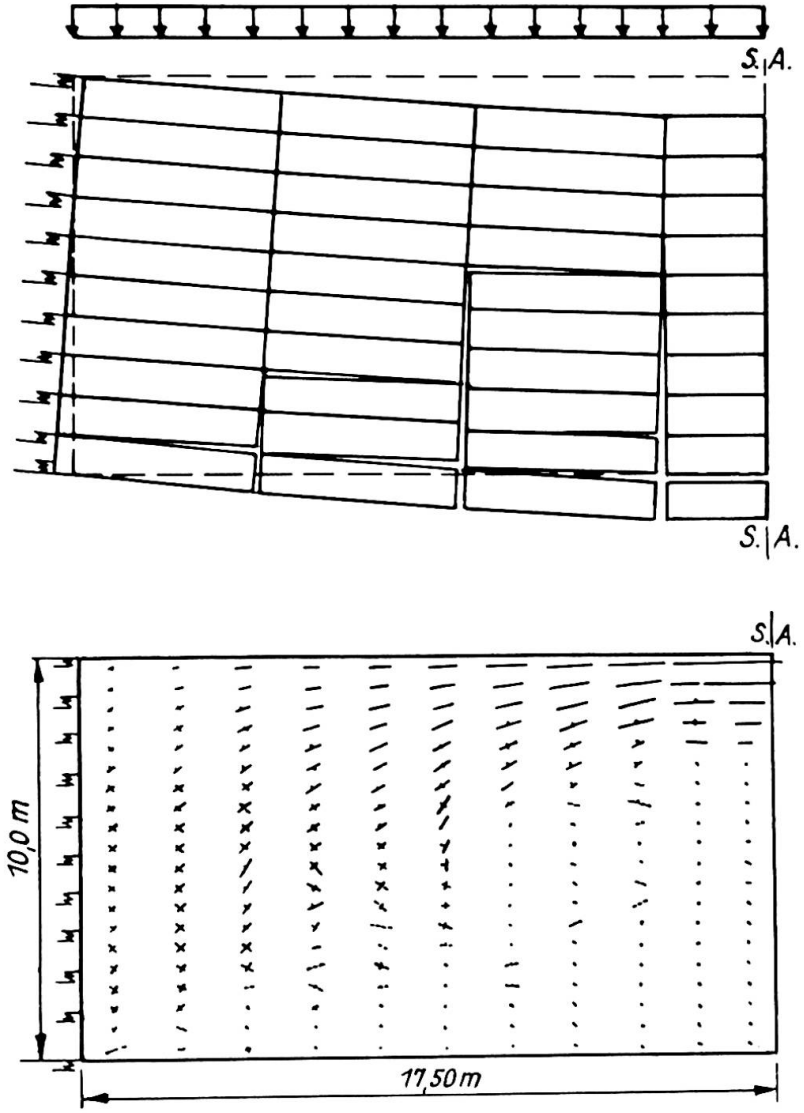


Bild 4: Abminderungsfaktor ß für das Trägheitsmoment der Wand



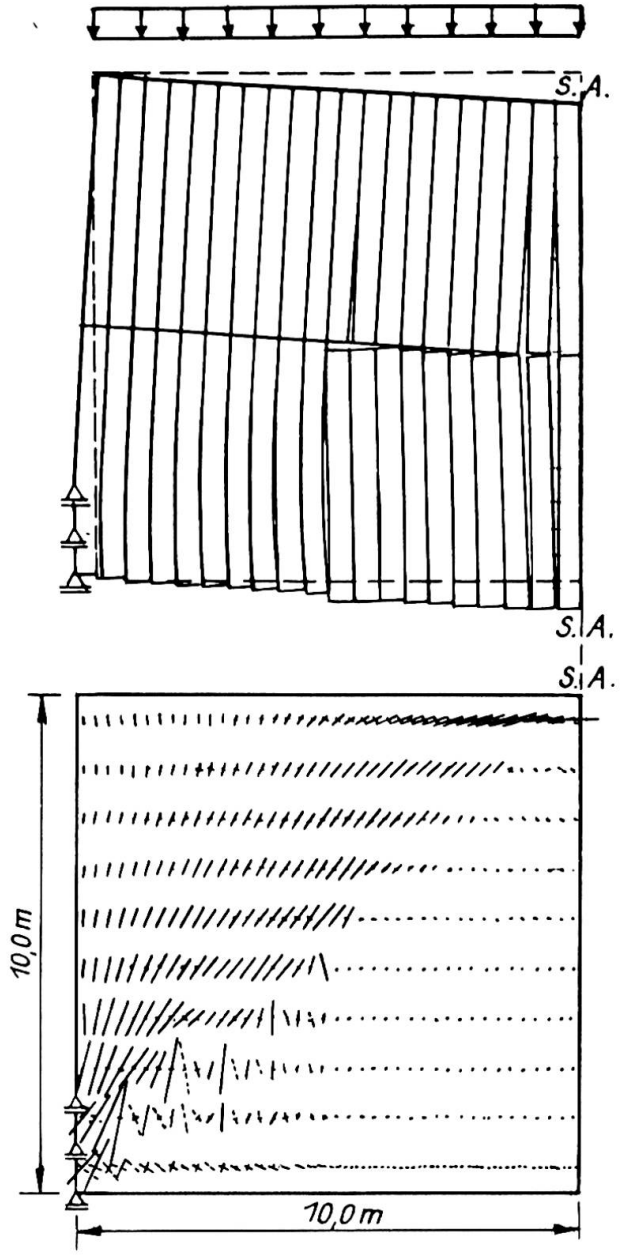


Bild 5: Verformungs- und Hauptspannungsbilder von Fertigteil-Deckenscheiben

4. Tragverhalten von Deckenscheiben aus Fertigteilen

Zum Studium des Tragverhaltens von Deckenscheiben wurden zahlreiche numerische Untersuchungen durchgeführt, in denen die rechnerische Bruchlast der Scheiben ermittelt wurde. Die Lasten wurden dabei stufenweise aufgebracht und iterativ die zugehörigen Steifigkeiten der Fugenfedern und des Verbundes zwischen Stahl und Beton bestimmt. Die wesentlichsten Parameter für das Tragverhalten sind: die Fugenausbildung (Fugenrandprofilierung → Schubtragfähigkeit), die Lagerungsbedingungen der Scheibe (eine konzentrierte Lagerung am unteren Rand der Scheibe ergibt günstigere Schubübertragung in Auflagernähe und eine größere Druckzone in Scheibenmitte, eine über die Scheibenhöhe verteilte Lagerung führt zu kleinerer Druckzone und kann zu ungünstigeren Verhältnissen bezüglich der Schubübertragung in Auflagernähe führen). Schließlich ist die Querkraftübertragung in Scheiben, bei denen die Plattenspannrichtung senkrecht zur Stützrichtung der Scheibe verläuft, ungünstiger als bei Plattenspannrichtung parallel zur Stützrichtung der Scheibe. Rechenergebnisse sowie ein Bemessungsvorschlag sind in [6] und [10] angegeben. Die aus der Rißbildung entstehende Spannungsumlagerung ist exemplarisch in Bild 5 dargestellt.

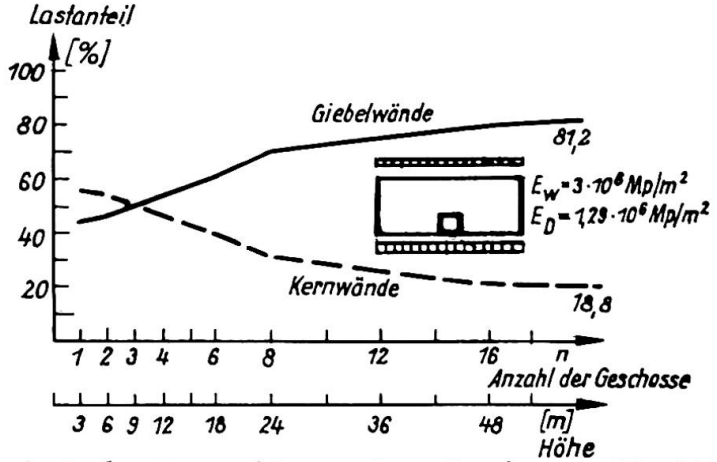


Bild 6: Verteilung der Horizontalkräfte bei Annahme von $E_D \neq \infty$

Die Steifigkeit der Deckenscheiben aus Fertigteilen ist geringer als die von Ortbetonscheiben. Wird von der Annahme starrer Deckenscheiben bei der Verteilung der Horizontalkräfte auf die aussteifenden Wände abgegangen, was bei Fertigteilscheiben oft zu berücksichtigen ist, so ergeben sich vor allem in den unteren Geschossen wesentliche Abweichungen gegenüber den Ergebnissen mit starren Scheiben.

LITERATURVERZEICHNIS

[1] Beck, H.; Mehlhorn, G.; Stauder, W.; Schwing, H.: Zusammenwirken von einzelnen Fertigteilen als großflächige Scheibe. Schriftenreihe Deutscher Ausschuß für Stahlbeton, Heft 224, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 1973.

[2] Schwing, H.: Zur wirklichkeitsnahen Berechnung von Wandscheiben aus Fertigteilen. Dissertation, Darmstadt, 1975.

[3] Schwing, H.; Mehlhorn, G.: Zum Tragverhalten von Wänden aus Fertigteiltafeln. Betonwerk und Fertigteil-Technik 1974, S.313.

[4] Franklin, H.A.: Nonlinear Analysis of Reinforced Concrete Frames and Panels, Report No SESM-7o-5 University of California, Berkeley 197o.

[5] Mehlhorn, G.; Schwing, H.: Zur Berechnung und Konstruktion von Wandscheiben aus Fertigteilen. Betonwerk und Fertigteil-Technik 1973, S.360.

[6] Mehlhorn, G.; Schwing, H.; Berg, K.-R.: Tragverhalten von aus Fertigteilen zusammengesetzten Scheiben. Nr.33 der Forschungsberichte aus dem Institut für Massivbau der Technischen Hochschule Darmstadt, 1976.

[7] Schwing, H.: Stress State in Horizontal Joints of Large Panel Shear Walls, Bearing Walls, CIB Working Commission W 23 A, Meeting in Darmstadt, 1974, S.341.

[8] Mehlhorn, G.; Schwing, H.: Behaviour of Panel Shear Walls. State of Art Reports. II.International Symposium on Bearing Walls, Warsaw 1975, S.25.

[9] Brandt, B.; Schwing, H.: Consideration of Horizontal Loads in the Design of Large Panel Buildings II. International Symposium on Bearing Walls, Warsaw 1975.

[10] Mehlhorn, G.; Schwing, H.; Klein, D.: Deckenscheiben aus Bimsbetonhohldielen. Erscheint in Beton- und Stahlbetonbau 1976.

ZUSAMMENFASSUNG

Auf der Grundlage numerischer Untersuchungen mit einem Programm nach der Methode der finiten Elemente, in dem das Trag- und Verformungsverhalten von Fugen realistisch erfasst werden kann, wird der Einfluss mehrerer Parameter auf das Trag- und Verformungsverhalten aus einzelnen Fertigteilen zusammengesetzter Scheiben aufgezeigt. Zur Bestimmung des Fugenverhaltens werden empirische Formeln angegeben.

SUMMARY

The influence of several parameters on the loadbearing and deformation behaviour of precast floor and wall diaphragms is shown by a finite-element-analysis taking into account the realistic loadbearing and deformation behaviour of the joints between the different precast elements. Empirical formulas are given for the determination of the joint behaviour.

RESUME

L'influence de plusieurs paramètres sur la résistance et la déformation des dalles et murs de contreventement composés d'éléments préfabriqués est donnée par un calcul et un programme sur ordinateur, basé sur la méthode des éléments finis, dans lequel le comportement des joints peut être pris en considération. Des formules empiriques pour la détermination du comportement des joints sont données.