

## Verifikationsversuche zum Durchstanzen unter doppelter Symmetrieausnutzung

Lennart Bocklenberg und Manuel Erlemann

Zum Abschluss der zweiten Phase des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekts „Maßstabsabhängiges Durchstanzenverhalten von dicken Stahlbetonplatten“ stand die Verifikation der entwickelten Lagerung unter doppelter Symmetrieausnutzung im Fokus. Hierzu wurde eine Versuchsreihe aus 3 Versuchskörpern entworfen. Eine Vollplatte ( $h = 0,30$  m,  $r = 1,2$  m) diente als Referenzversuch für zwei symmetrisch reduzierte Plattenviertel, welche gleiche Eingangsgrößen aufwiesen. Lediglich der Verbundbereich zwischen Beton und Stahl an den Symmetrieebenen der beiden Plattenviertel wurde variiert. Vorversuche zeigen, dass der ursprüngliche, in einem ersten prototypischen Durchstanzversuch verwendete Verbundbereich zu einer erhöhten Tragfähigkeit führt.

Die Herstellung und Prüfung aller Versuchskörper erfolgte in den universitätseigenen Versuchshallen der Gemeinschaftseinrichtung Konstruktionsteilprüfung (KIBKON). Bild 1 zeigt den Versuchsaufbau des Vollplattenversuchs. Die Last wird in Plattenmitte durch einen servohydraulischen Prüfzylinder mit einer maximalen Kapazität von 3 MN aufgebracht (Bild 1a). Als Stützenstumpf auf der Plattenoberseite dient ein Stahlvollrund, welches über eine Kalotte und einen Druckstab mit dem Prüfzylinder verbunden ist (Bild 1b). Die Auflagerung an der Plattenunterseite wird über ein System aus statisch bestimmten Einfeldträgern realisiert, die eine nahezu steifigkeitsunabhängige Lastaufnahme sicherstellen (Bild 1c).



**Bild 1:** Versuchsaufbau Vollplatte: a) Ansicht, b) Lasteinleitung und c) Auflagerkonstruktion

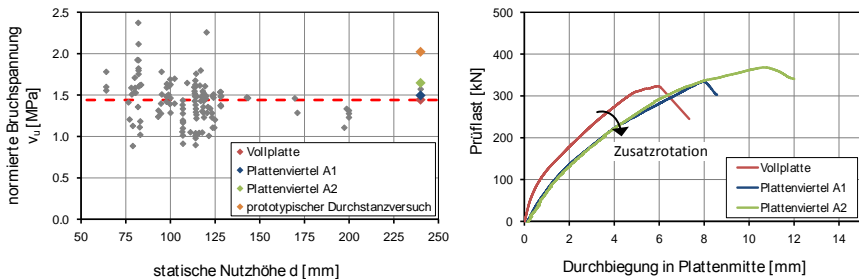
Die Prüfung der Plattenviertel erfolgt invers zum Referenzversuch. Die Last wird am oberen Plattenrand analog zur Lagerung der Vollplatte mittels zwei Ebenen statisch bestimmter Einfeldträger eingeleitet (Bild 2a). Auf der Plattenunterseite im inneren Eckbereich der

Plattenviertel (rechnerische Plattenmitte) befindet sich ein geviertelter Stützenstumpf zur Auflagerung. Um ein zur Vollplatte identisches Tragverhalten zu erzielen, müssen in den Symmetrieebenen zusätzliche Bedingungen eingehalten werden. Beispielsweise dient eine kombinierte Rückspann- und Verankerungseinheit dazu Momente aus Plattenbiegung in die Widerlagermodule einzuleiten. Deren rückseitige Verankerung an den Widerlagermodulen ist in Bild 2b dargestellt.



**Bild 2:** Versuchsstand Plattenviertel: a) Ansicht und b) Verankerung des Versuchskörpers an den Widerlagermodulen

Bild 3 zeigt ausgewählte Ergebnisse der Verifikationsversuche. Zum Vergleich der Tragfähigkeiten werden die normierten Bruchspannungen der Versuche (bunt) in eine Datenbank bestehend aus ca. 200 Durchstanzversuchen (grau) eingeordnet (Bild 3a). Die normierte Bruchspannung des Vollplattenversuchs liegt dabei genau im Mittelwert der Datensammlung ( $v_u = 1,44$ ), diejenige des Plattenviertels A1 weicht nur um 3 % ab. Auch ist eine deutliche Verbesserung zum prototypischen Durchstanzversuch zu erkennen. Bild 3b vergleicht das Verformungsverhalten der Versuchskörper. Hierbei zeigt sich eine erhöhte Rotation der Plattenviertel. Derzeit wird angenommen, dass diese u. a. aus dem spezifischen Verbundbereich, aber auch aus der vorhandenen Widerlagerung resultiert. Für geplante Tests an dicken Stahlbetonplatten von 70 cm sollen nun deutlich steifere Großwiderlager erstellt werden.



**Bild 3:** Versuchsergebnisse: a) normierte Bruchspannung und b) Last-Verformungskurven

## Literatur

Bocklenberg, L.; Winkler, K.; Mark, P.: **Durchstanzexperimente an Plattenvierteln – Optimierung der Symmetrielage und Verifikation gegenüber Vollplatten.** In: Beton- und Stahlbetonbau 112(3), 2017, S. 167-177 (DOI: 10.1002/best.201600071)

Bocklenberg, L.; Mark, P.; Ahrens, M.A.: **Experimental investigation of large-scale concrete members using symmetry conditions.** In: Zingoni (Ed.): Insights and Innovations in Structural Engineering, Mechanics and Computation, Taylor & Francis, London, 2016, pp. 461–462. (ISBN 978-1-138-02927-9)

Bocklenberg, L.; Winkler, K.; Mark, P.; Rybarz, S.: **Low Friction Sliding Planes of Greased PTFE for High Contact Pressures.** In: Open Journal of Civil Engineering, 2016, 6, pp. 105-116. (ISSN 2075-4442, DOI: 10.4236/ojce.2016.62010)