

Überprüfung der zusätzlichen Regeln für Ø 40 mm nach EC2 für Druckglieder

Checking the additional rules for Ø 40 mm according to EC2 for columns

Oettel, V.; Empelmann, M.

Abstract

The use of rebars with large diameters $>\varnothing 32$ mm leads to advantages in reinforcing works, concreting and compaction. DIN EN 1992-1-1 and DIN EN 1992-1-1/NA contain additional requirements for large diameter bars, that are based on design rules of bundled rebars and the „allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen“. These rules limit the application of rebars with large diameters in concrete constructions. Therefore, experimental and theoretical studies on normal and high strength concrete compression members with rectangular cross-section and longitudinal rebars $\varnothing 40$ mm were investigated at the iBMB, Division of Concrete Construction.

1. Einleitung

Im Gegensatz zur DIN 1045-1 /1/, welche eine Verwendung von Betonstahlstäben mit einem Nenndurchmesser von $\varnothing 6$ mm bis $\varnothing 32$ mm erlaubte, kann nach DIN EN 1992-1-1 /2/ in Verbindung mit dem nationalen Anhang DIN EN 1992-1-1/NA /3/ (nachfolgend als EC2+NA bezeichnet) die Längsbewehrung in Stützen mit Betonstahlstäben bis $\varnothing 40$ mm ausgeführt werden, was aus mehreren Gründen sinnvoll sein kann. So lässt sich z. B. bei stark beanspruchten und damit hoch bewehrten Stahlbetonstützen eine signifikante Vereinfachung in der Bewehrungsführung erzielen, weil bei gleichem Stahlbedarf die Anzahl der Längsbewehrungsstäbe verringert werden kann. Hierdurch reduzieren sich zum einen die kostenintensiven Verlegearbeiten und es ergeben sich aufgrund der größeren Stababstände Vorteile beim Betonieren und Verdichten. Weiterhin kann durch große Bewehrungsstäbe auch die Verwendung von Stabbündeln mit komplexen Stoß- und Übergreifungskonstruktionen vermieden werden.

2. Stand der Normung

Bei der Verwendung von großen Stabdurchmessern $\varnothing 40$ mm aus B500 müssen derzeit nach EC2+NA zusätzliche Regelungen beachtet werden. Diese Sonderregelungen beruhen auf der Übertragung der normativen Konstruktionsregeln für Stabbündel sowie auf der Übernahme der besonderen Konstruktionsregeln aus allge-

meinen bauaufsichtlichen Zulassungen. Beispielsweise wird für die Mindestbauteildicke der 15-fache Längsbewehrungsdurchmesser vorgeschrieben. Der Bügeldurchmesser muss mindestens 12 mm betragen und der Bügelabstand darf nicht größer als 300 mm sein. Übergreifungsstöße sind grundsätzlich nicht zulässig.

3. Experimentelle Untersuchungen

Da eine systematische Untersuchung zur Herleitung verbesserter Konstruktionsregeln für Stützen mit Durchmesser $>\varnothing 32$ mm bisher fehlt, wurden innerhalb eines AiF-Forschungsvorhabens am iBMB, Fachgebiet Massivbau das Tragverhalten und die konstruktive Durchbildung von Druckgliedern mit Längsbewehrungsstäben $\varnothing 40$ mm experimentell und theoretisch untersucht /4/. Die experimentellen Untersuchungen erfolgten an rechteckförmigen Stützen aus normal- und hochfestem Beton entsprechend Bild 1 und das Versuchsprogramm wurde wie folgt unterteilt:

- Serie S 0 – Versuche mit Längsbewehrung $\varnothing 20$ mm
- Serie S 1 – Versuche zur Mindestbauteilabmessung
- Serie S 2 – Versuche zum Einfluss der Bügelbewehrung
- Serie S 3 – Versuche zur zulässigen Stabanzahl je Bügelecke
- Serie S 4 – Versuche zur Druckstoßausbildung

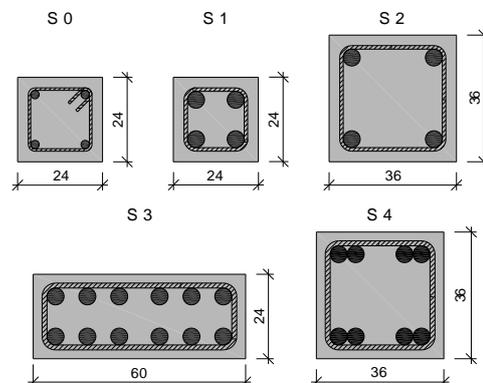


Bild 1: Querschnittsabmessungen der Versuchskörper

Innerhalb der Versuchsserien wurden der Längsbewehrungsgrad, der Bügeldurchmesser und der Bügelabstand variiert. Die Konfiguration der Stützen mit $\varnothing 40$ mm erfolgte nicht nach den Zusatzregeln für EC2+NA, sondern auf Grundlage der Regelungen für kleine Stabdurchmesser ($\varnothing 12$ mm – $\varnothing 32$ mm). Die Länge der Stützen wurde so gewählt, dass diese nach EC2-NA als „gedrungen“ gelten. Bei der Versuchsserie S 4 zur Untersuchung der Druckstoßausbildung wurden alle Versuche mit einer Übergreifungslänge gemäß EC2+NA ausgeführt.

Die Prüfung der Druckglieder erfolgte unter exzentrischer Drucknormalkraft mit einer Exzentrizität von 1,0 cm in einer 10-MN- oder 30-MN-Druckprüfmaschine (Bild 2).

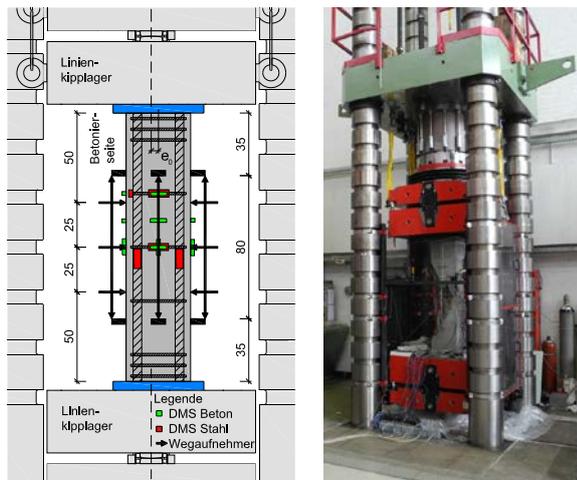


Bild 2: Versuchsaufbau im 30-MN-Druckprüfer

4. Versuchsergebnisse und -auswertung

Die Stützen aus normalfestem Beton versagten robust mit einer gewissen Resttragfähigkeit. Die Stützen aus hochfestem Beton versagten ohne Vorankündigung und zeigten im Nachbruchbereich keine bzw. nur eine sehr geringe Resttragfähigkeit. Die maximale Traglast wurde durch die Betondruckfestigkeit und den Längsbewehrungsgrad beeinflusst, nicht aber durch den Bügelbewehrungsgrad. Bei annähernd allen Stützen der Serie S 0 bis S 3 knickte die Längsbewehrung aus und die Bügelbewehrung blieb intakt (Bild 3 links, Mitte links und Mitte rechts). Demgegenüber trat innerhalb der Serie S 4 immer ein seitliches Ausstanzen bzw. ein Verbundversagen der gestoßenen Längsbewehrung $\varnothing 40$ mm auf (Bild 3 rechts).

Im Anschluss erfolgte eine rechnerische Beurteilung der Versuche mit nichtlinearen Stabwerksberechnungen (Theorie II. Ordnung). Die Versuchsergebnisse der Serien S 0 bis S 3 konnten rechnerisch gut bis sehr gut nachvollzogen werden. Demgegenüber traten bei der Serie S 4 Abweichungen von bis zu 20 % auf, was mit

dem Ausstanzen bzw. Verbundversagen der gestoßenen Längsbewehrung erklärt werden kann.



Bild 3: Versuchsgegenstände S 1.1 (links), S 2.3 (Mitte links), S 3.3 (Mitte rechts) und S 4.3 (rechts) nach dem Versuch

5. Vorschlag für Konstruktionsregeln

Auf Basis der durchgeführten experimentellen und theoretischen Untersuchungen erscheint es möglich, die Sonderregelungen für große Stabdurchmesser $\varnothing 40$ mm abzumindern. Die Regelungen nach EC2+NA für Stabdurchmesser von 12 mm bis 32 mm können demnach zur Bemessung von Bauteilen mit großen Stabdurchmessern ($\varnothing 40$ mm) übernommen werden. Die Ausführung eines Übergreifungsstoßes kann nicht empfohlen werden, da die Traglast innerhalb der Stützenversuche mit Druckstoß (Serie S 4) nicht erreicht werden konnte. Des Weiteren sollte die maximale Anzahl von Längsbewehrungsstäben je Bügelecke nach den Erfahrungen der Versuchsserie S 3 zurzeit auf maximal 3 Stäbe beschränkt werden /4/.

6. Literatur

- /1/ DIN 1045-1: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion. August 2008.
- /2/ DIN EN 1992-1-1: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, 2011.
- /3/ DIN EN 1992-1-1/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, 2013.
- /4/ Oettel, V.; Empelmann, M: Überprüfung der zusätzlichen Regeln für $\varnothing 40$ mm nach EC2 Teil 3: Druckglieder In: Beton- und Stahlbetonbau 110 (2015), Heft 9, S. 598-608.