

Zur Bestimmung der Fugentragfähigkeit für den Grenzfall 1 wurden Schub-Druck-Versuche mit unterschiedlichen Neigungswinkeln herangezogen. Es zeigte sich, dass bis zu einer Neigung von 47° die volle Druckfestigkeit des Betons ausgenutzt und ein Versagen der Fuge ausgeschlossen werden konnte. Die Push-Through-Versuche (Grenzfall 2) ergaben, dass Schubspannungen bis zu $6,3 \text{ N/mm}^2$ über die Verbundfuge übertragen werden konnten.

4. Großmaßstäbliche Bauteilversuche zur Untersuchung des Verbindungselements

Zur Untersuchung des Lastabtrags innerhalb des Verbindungselements wurden zwei Großversuche (VK-B3/Z3-K und VK-B4/Z4-K) durchgeführt. Die etwa 26 m langen, vorgespannten Schleuderbetonmasten wurden jeweils mit einem 2,8 m langen Zapfen über eine Stahlplatte mit dem Versuchsstand verbunden (Kragarm) und durch eine horizontal angreifende Einzellast am Mastzopf belastet (Bild 3).



Bild 3: Großmaßstäbliches Bauteil im Versuchsstand

VK-B3/Z3-K wies einen Zapfen mit Kreisringquerschnitt und einen geringeren Querbewehrungsgrad entlang der Einbindetiefe als VK-B4/Z4-K (Zapfen mit Vollquerschnitt) auf. Obwohl in beiden Versuchen planmäßig der Mast versagte, zeigten sich in Abhängigkeit der Zapfensteifigkeit und des Querbewehrungsgrads zwei grundsätzlich unterschiedliche Versagensmechanismen. Mit dem Versuch VK-B3/Z3-K konnte bei einer ca. 10 % geringeren Traglast eine um 50 % erhöhte Kopfauslenkung von ungefähr 2,3 m festgestellt werden (Bild 4). Das Versagen von VK-B3/Z3-K kündigte sich im Bereich der Einbindetiefe des Zapfens deutlich an. Es bildete sich eine diagonale Druckstrebe aus, die durch Zugstreben am Mastfuß und am Zapfenzopf zurückgehängt wurde (Bild 5, links). Dies ist auf die Ausbildung des horizontalen Kräftepaars (Grenzfall 1) zurückzuführen. Infolge der resultierenden Querkraftbeanspruchung erreichte die Querbewehrung ihre Streckgrenze und es kam zu einem duktilen Versagen.

VK-B4/Z4-K zeigte hingegen ein äußerst sprödes Versagen. Infolge der erhöhten Zapfensteifigkeit und Querbewehrung im Mast fand der Lastabtrag hauptsächlich über die Verbundfuge statt (Grenzfall 2). Der Mast versagte explosionsartig ohne Vorankündigung im Bereich der höchsten Beanspruchung in der Biegedruckzone oberhalb des Zapfens (Bild 5, rechts).

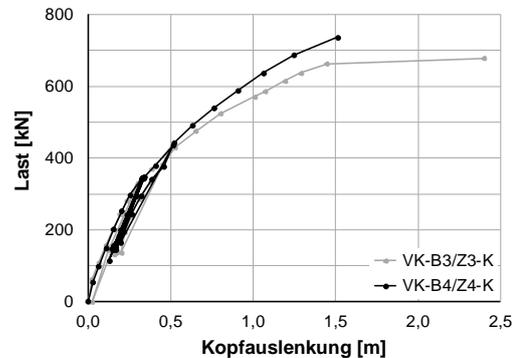


Bild 4: Last-Verformungs-Diagramm Großversuche



Bild 5: Bruchbilder VK-B3/Z3-K (links) und VK-B4/Z4-K (rechts)

5. Zusammenfassung

Zur Beschreibung des Lastabtrags einer Zapfenverbindung zwischen zwei Mastsegmenten wurde zunächst anhand von Kleinversuchen die Tragfähigkeit der Verbundfuge unter verschiedenen Beanspruchungen bestimmt. Im Anschluss wurden zwei großmaßstäbliche Bauteilversuche durchgeführt, bei denen ein vergleichbarer Lastabtrag beobachtet und die theoretischen Überlegungen bestätigt werden konnten.

6. Literatur

- /1/ Empelmann, M; Remitz, J.; Wichert, M.; Kim, S.: Kompakthöchstspannungsmasten und -Traversen (KoHöMaT). Schlussbericht Nr. P02-18 des BMWi-Forschungsvorhabens 03ET7516D, iBMB, TU Braunschweig, 2016.