

Microtunneling – Pressrohrvortrieb von Betonrohren

Microtunneling – concrete press pipes

Empelmann, Martin; Teutsch, Manfred; Krakowski, Waldemar

Abstract

Microtunneling is a very efficient method for erecting pipes and shafts. Especially in cities or dense urban areas micro tunnelling with press pipes is very beneficial for the community supply system. In case of concrete press pipes spalling can occur due to the high pressing loads and the resulting splitting forces. In order to prevent spalling of concrete, the pipe segments are designed as thin as possible and reinforcement at the end of the tube has to be placed. However, such reinforcement is a very costly working stage. For that reason it was examined, if steel fibres are able to increase the splitting load level and to avoid splitting reinforcement.

1. Einführung

Der Pressrohrvortrieb ist im innerstädtischen Bereich eine vorteilhafte Maßnahme, um Ver- und Entsorgungsleitungen ohne störende Baugrubenverbauten zu realisieren. Beim Pressrohrvortrieb wird in einem Startschacht ein Vortriebsrohr zu einem Zielschacht vorgepresst. Im Regelfall werden Rohre mit einem Innendurchmesser von 0,8 bis 4,0 m vorgetrieben. Hierbei werden die Rohre mit sehr großen Kräften beansprucht. Die Kraftübertragung von den hydraulischen Pressen auf das letzte Rohrsegment erfolgt üblicherweise über einen Druckring (Bild 1 und 2). Zur Weiterleitung der Vortriebskraft über die Fugen der bereits vorgetriebenen Rohrsegmente werden Druckringe aus Holzwerkstoffen verwendet.

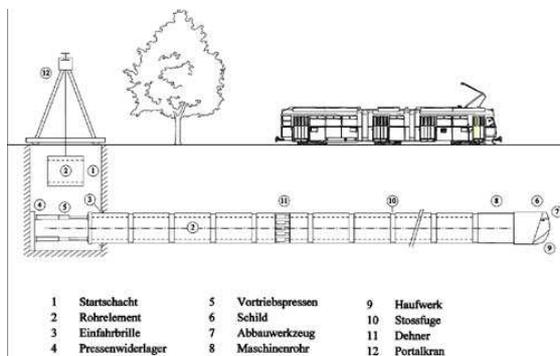


BILD 1 Prinzip Pressrohrvortrieb

Um Kantenabplatzungen zu verhindern (Bild 2), werden die Druckübertragungsrings mit kleinerem Außen- und größerem Innendurchmesser ausgebildet. Dies hat zur Folge, dass mit größer werdendem Randabstand zwischen den Außenkanten des Rohres und dem Druckring größere Querkraftkräfte senkrecht zur Rohrwandung entstehen. Die Rohre sind in der Regel mit einer äußeren und einer inneren Ring- und Längsbewehrung versehen, die allerdings nicht in der Lage ist, diese Querkraftkräfte aufzunehmen /1/, /2/. Eine Verbügelung mittels geschlossener Bügel stellt den Idealfall zur Aufnahme derartiger Querkraftbeanspruchungen dar. Sie ist allerdings baupraktisch nur mit sehr großem Aufwand umzusetzen.

Am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Fachgebiet Massivbau, der TU Braunschweig wurden in Zusammenarbeit mit der Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e.V. (FBS) untersucht, ob und wie Stahlfaserbeton zu einer Traglasterrhöhung bei Teilflächenbeanspruchung unter den gegebenen Randbedingungen beiträgt /5/.



BILD 2 Rohrvortrieb (links), Kantenabplatzung (rechts)

2. Versuche

An Versuchskörpern aus unbewehrtem Beton und Stahlfaserbeton wurden zentrische Teilflächenbelastungsversuche durchgeführt (Bild 3). Die Abmessungen betragen $b / l / h = 200 / 500 / 450$ mm. Die Länge der Lastplatte betrug einheitlich 400 mm. Es wurde die Breite der Lasteintragung variiert. Insgesamt kamen drei Varianten mit 140 mm, 110 mm und 80 mm Breite zur Ausführung. Zwischen Lastplatte und Prüfkörper wurde eine Holzwischenschicht angeordnet, um bauteilähnliche Verhältnisse zu schaffen.



BILD 3 Versuchskörper mit Dehnmessstreifen

3. Ergebnisse

Ein Einsetzen der Lastplatten in die Versuchskörper konnte bei allen Varianten bzw. Lastplattenbreiten beobachtet werden. Dies war allerdings nur bei den stahlfaserbewehrten Probekörpern im Detail möglich (Bild 4), da die unbewehrten Proben schlagartig versagten.



BILD 4 Bruchbild Versuchskörper mit unterschiedlicher Lastplattenbreite

Der Vergleich der Traglasten des unbewehrten Betons und des Stahlfaserbetons zeigt, dass sich je nach Größe der Lastplattenbreite eine Vergrößerung der Traglast von 10 bis 40% bei Einsatz von Stahlfaserbeton ergibt. Die höheren Traglasten konnten auf ein verbessertes Materialverhalten bei der Mikrorissbildung zurückgeführt werden, da die Fasern die Bildung von Mikrorissen infolge Querspannungen bis zu einem gewissen Maß verhinderten. Infolge dessen trat auch eine verzögerte Bildung von Makrorissen auf.

Eine Begrenzung der Rissbreite ließ sich allerdings durch Fasern alleine nicht erreichen. Die frei werdenden Risskräfte konnten mit den Stahlfasern nicht aufgenommen werden. Dies führte zu einem relativ plötzlichen Versagen, ähnlich wie bei den Versuchskörpern aus

unbewehrtem Beton. Zur sicherheitstheoretischen Absicherung sind noch weitergehende experimentelle und theoretische Untersuchungen notwendig.

4. Numerische Modellierung

Die experimentellen Untersuchungen wurden zusätzlich durch numerische Studien an einem ebenen Scheibenmodell begleitet. Unter Ausnutzung der Symmetrie wurde das in Bild 5 dargestellte Halbmodell diskretisiert.

Bild 5 zeigt auch einen Verformungsplot bei einer Belastung von 40% der Tragfähigkeit für Variante 2 (Lastplatte 110 mm). Außerdem ist die Entwicklung der Risse für unterschiedliche Laststufen dargestellt.

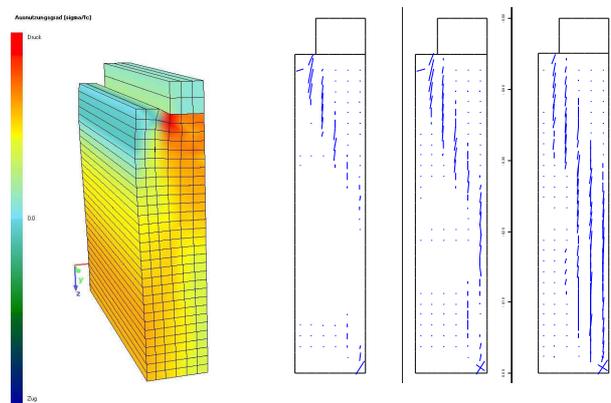


BILD 5 Verformungsplot Nachrechnung für Variante 2 (Lastplatte 110 mm; 40% der Traglast links) und Rissbilder für 20%, 40% und 60% der Traglast (rechts)

5. Literatur

- /1/ ATV Arbeitsblatt 161, Statische Berechnung von Vortriebsrohren, 1990
- /2/ ATV Arbeitsblatt 125, Rohrvortrieb, 1996
- /3/ Trümpi-Althaus, S.: Tragverhalten und Bemessung von Stahlbetonvortriebsrohren, IBK Bericht Nr. 292, 2006.
- /4/ Vogel, J. et. al: Begehbare und nichtbegehbare Rohrvortriebe; Verfahren, Bauschadensfälle und Empfehlungen zu Schadensminimierung, Mitteilungen des IGBE Universität Hannover, 1993
- /5/ Empelmann, M.; Teutsch, M.; Krakowski, W.: Teilflächenbelastung von unbewehrten, stahlfaserbewehrten und Betonstahlbewehrten Versuchskörpern, Versuchsbericht P 06.122-1, iBMB – TU Braunschweig, 2007