

Schriftenreihe des
Lehrstuhls für Baubetrieb und Projektmanagement
ibb - Institut für Baumaschinen und Baubetrieb

Ulrich Bohle

**Bestimmung der Beanspruchung keramischer
Vortriebsrohre im Bauzustand unter Verwendung
von Druckübertragungsringen aus Kunststoff**

Shaker Verlag
Aachen 2011

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2010)

Herausgeber:

Univ.-Professor Dr.-Ing. Rainard Osebold

für die Gesellschaft zur Förderung des Baubetriebs Aachen e.V.

Copyright Shaker Verlag 2011

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-9743-5

ISSN 1612-2798

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

BESTIMMUNG DER BELASTUNG KERAMISCHER VORTRIEBSRÖHRE IM BAUZUSTAND UNTER VERWENDUNG VON DRUCKÜBERTRAGUNGSRINGEN AUS KUNSTSTOFF

Kurzfassung

Der unterirdische Rohrvortrieb zeichnet sich als grabenloses Bauverfahren für Ver- und Entsorgungsleitungen dadurch aus, dass Vortriebsrohre von einem Startschacht aus im Nachlauf einer Vortriebsmaschine bis zu einem Zielschacht vorgepresst werden. Dabei wird die Infrastruktur an der Oberfläche nur minimal gestört. Zum Einbau der Rohre muss der Vortriebswiderstand, bestehend aus dem Spitzenwiderstand sowie der Mantelreibung zwischen den Rohren und dem Boden, von den Vortriebspresen überwunden werden.

Für eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Pressenkraft insbesondere in abgewinkelten Rohrfugen werden Druckübertragungsringe zwischen die Vortriebsrohre eingelegt, die eine im Vergleich zum Rohrwerkstoff deutlich geringere Steifigkeit aufweisen. In der Regel werden die Ringe aus Holzwerkstoffen hergestellt, die sich durch eine hohe Verformbarkeit und eine niedrige Querverformung auszeichnen. Jüngere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass sich ihre Verformung bei zunehmender Belastung aus einem hohen Anteil an plastischer und einem gleichbleibend geringen Anteil an elastischer Verformung zusammensetzt. Hieraus resultiert bei einer für den Rohrvortrieb typischen zyklischen Belastung eine „Verfestigung“ der Druckübertragungsringe, wodurch hohe Spannungskonzentrationen zwischen abgewinkelten Vortriebsrohren auftreten, die dann Ursache für Schäden an Vortriebsrohren sein können.

Im nicht begehbaren Nennweitenbereich werden häufig Vortriebsrohre aus Steinzeug eingesetzt. Dieser Werkstoff weist eine hohe Druckfestigkeit auf und ermöglicht somit geringe Wandstärken. Andererseits führt das hohe Spannungsniveau in den Rohrfugen aufgrund der negativen Druckspannungs-Stauchungs-Eigenschaften der Holzwerkstoffe zu besonders ungünstigen Spannungskonzentrationen. Da Steinzeug ein sehr spröder Werkstoff ist, können bereits geringe Beschädigungen zu einem Abbruch des Vortriebs und damit zu hohen Kosten führen.

An dieser Stelle setzt die Überlegung an, Kunststoffe für Druckübertragungsringe bei Vortriebsrohren aus Steinzeug einzusetzen. Eine gezielte Auswahl geeigneter Kunststoffe ist jedoch schwierig, da die in Datenbanken gelisteten Kennwerte zumeist aus Zugversuchen ermittelt werden. Eine für einen Druckübertragungsring übliche Beanspruchung senkrecht zur Plattenebene mit hohen plastischen Verformungen stellt dagegen bislang keinen Anwendungsfall für Kunststoffe dar. Darüber hinaus zeigen erste Tastversuche, dass insbesondere die mit ansteigender Druckbeanspruchung zunehmende Querverformung von Kunststoffen zu frühen Beschädigungen an den Spiegeln der Vortriebsrohre führt. Diese zusätzliche Belastung der Rohrspiegel darf bei der Auswahl und Dimensionierung von Druckübertragungsringen aus Kunststoff nicht vernachlässigt werden.

Die Zielstellung dieser Arbeit ist daher die Entwicklung eines Verfahrens für eine beanspruchungsgerechte Dimensionierung von Druckübertragungsringen aus Kunststoff für Vortriebsrohre aus Steinzeug. Die Grundlage des Verfahrens bildet eine standardisierte Materialprüfung zur Bestimmung der baubetrieblich relevanten Materialparameter, die für eine Rechenvorschrift zur Bestimmung der zulässigen Vorpreskraft herangezogen werden können. Mit einem FE-Modell werden die für die Belastung der Rohre maßgebenden Parameter identifiziert und ihr Einfluss auf das Versagen der Vortriebsrohre quantifiziert. Mit den gewonnenen Erkenntnissen wird ein Berechnungsverfahren für keramische Vortriebsrohre mit Druckübertragungsringen aus Kunststoff aufgestellt, mit dem die Höhe der zulässigen Vorpreskraft in Abhängigkeit der maßgebenden Vortriebsituation auf der sicheren Seite bestimmt werden kann. Hierdurch wird eine Lücke geschlossen, da bislang sowohl in der Normung als auch in der Fachliteratur kein Verfahren zur Bestimmung der zulässigen Vorpreskraft bei der Verwendung von Druckübertragungsringen aus Kunststoff existiert.