

Wellenbelastung und Stabilität hydraulisch gebundener Deckwerke - Erste Untersuchungsergebnisse zu Durchlässigkeit, Verbundkraft und hydraulischen Parametern

Moritz Kreyenschulte¹, Volker Kühling², Lisham Bonakdar², Hocine Oumeraci², Holger Schüttrumpf¹

¹Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft (IWW), RWTH Aachen University (kreyenschulte@iww.rwth-aachen.de; schuettrumpf@iww.rwth-aachen.de)

²Leichtweiß-Institut für Wasserbau, Abteilung Hydromechanik und Küsteningenieurwesen (LWI), Technische Universität Braunschweig (v.kuehling@tu-braunschweig.de; l.bonakdar@tu-braunschweig.de; h.oumeraci@tu-braunschweig.de)

Motivation und Zielsetzung

Uferböschungen und Deiche entlang der deutschen Nord- und Ostseeküste sowie entlang der Schifffahrtskanäle werden zum Schutz gegen Einwirkungen aus Wellen und Strömung durch Deckwerke geschützt. Die Belastung der Deckwerke wird voraussichtlich in Folge der Klimaänderungen sowie des zunehmenden Schiffsverkehrs mit immer größeren Schiffen weiter zunehmen. Während lose Schüttsteindeckwerke den auf sie wirkenden Belastungen mit ihrem Eigengewicht und einer Verzahnung zwischen den Steinen widerstehen, können mit Mörtel vergossene Deckwerke zusätzlich Normal- und Querkräfte sowie Momente aufnehmen, so dass eine flächige Lastabtragung erfolgt. Es liegt jedoch kein theoretisch fundierter und durch Modellversuche verifizierter Bemessungsansatz für diese Deckwerksart vor. Vielmehr erfolgt die Bemessung dieser Deckwerke aufgrund eines geringen Prozessverständnisses anhand von Erfahrungswerten. Damit kann insbesondere die dynamische Wellenbelastung, die an der Küste die maßgebende Belastung darstellt, nur unzureichend berücksichtigt werden.

Im BMBF-KFKI-Projekt HYGEDE werden daher die wissenschaftlich-technischen Grundlagen für die Bemessung hydraulisch gebundener Deckwerke auf Seegangbelastung erarbeitet. Die Interaktion von Deckwerk und Seegangbelastung soll mithilfe der hydraulischen Einwirkungen und der Deckwerksparameter beschrieben und damit ein Stabilitätsmodell sowie Empfehlungen für die Ingenieurspraxis formuliert werden.

Methodik

Um die Belastung der Deckschicht durch welleninduzierte Drücke für verschiedene Vergussstoffmengen zu beschreiben, muss die Durchlässigkeit der Deckschicht bekannt sein. Dazu wurden Durchlässigkeitsuntersuchungen an Versuchskörpern mit unterschiedlicher Porosität, erzeugt durch Vorgabe verschiedener Vergussstoffmengen, sowie einer Deckschichtdicke von 40 cm und 60 cm im Naturmaßstab durchgeführt.

Zur Ermittlung der Verbundkraft des Zwei-Komponenten-Systems Wasserbaustein-Mörtel wurden Ausreißversuche an eigens dafür hergestellten Deckschicht-Testfeldern mit unterschiedlichen Vergussstoffmengen und an einer bestehenden Deckschicht in situ durchgeführt. Mithilfe eines an einem

Dreibein aufgehängten Kettenzugs wurden Deckschichtsteine senkrecht zur Böschung mit einer Kraft von bis zu 50 kN belastet.

Im Wellenkanal am LWI werden vergossene Deckwerke im Maßstab 1:7 untersucht, um die Prozesse in der Brecherzone zu untersuchen und Aussagen zu den hydraulischen Parametern wie Wellenauf-
lauf, Wellenrücklauf und Druckschlagbelastung zu machen.

Diese Untersuchungen dienen als Grundlage für die Festlegung geeigneter Deckwerkskonfigurationen, der Messinstrumentierung und des Versuchsprogramms im Großen Wellenkanal in Hannover. Dort können im Naturmaßstab die Stabilität und die hydraulischen Parameter gemeinsam untersucht werden.

Erste Ergebnisse

Der Durchströmungsvorgang der Deckschichten ist schon bei geringen Durchflussmengen im turbulent rauhen Bereich. Daher kann die auf die Deckschichtfläche bezogene mittlere Fließgeschwindigkeit proportional zur Wurzel des hydraulischen Gradienten beschrieben werden. Die Durchlässigkeit nimmt mit abnehmender Porosität ab. Die Werte der Durchlässigkeit liegen zwischen 30 mm/s und 90 mm/s für mittlere Porositäten der vergossenen Versuchskörper von 25% bis 38%.

Die Ausreißkraft der im Verbund liegenden Wasserbausteine steigt mit zunehmender Vergussmenge und Steingröße bei gleichzeitig zunehmender Streuung der Kraftgröße. Der Vergleich mit dem Modell von Römisch (2000) zeigt, dass mit diesem Modell die minimalen Ausreißkräfte ermittelt werden können und damit die Stabilität bei Überströmung der Deckschicht abgeschätzt werden kann.

Erste Ergebnisse der laufenden Modellversuche am LWI für die Prozesse auf und unter dem Deckwerk werden diskutiert und über Formeln zur Beschreibung der hydraulischen Parameter dargestellt.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die Förderung des KFKI-Forschungsvorhabens HYGEDE (FKZ 03KIS110 und 03KIS111) durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Literatur

Römisch, K. (2000): Strömungsstabilität vergossener Steinschüttungen. In: Wasserwirtschaft 90 (7-8), S. 356–361.