

## Wellenbelastung und Stabilität hydraulisch gebundener Deckwerke

Moritz Kreyenschulte<sup>1</sup>, David Schürenkamp<sup>2</sup>, Holger Schüttrumpf<sup>1</sup>, Nils Goseberg<sup>2</sup>, Volker Kühling<sup>2</sup>,  
Markus Brühl<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft (IWW), RWTH Aachen University

<sup>2</sup>Leichtweiß-Institut für Wasserbau, Abteilung Hydromechanik und Küsteningenieurwesen (LWI), Technische Universität Braunschweig

Ein an der deutschen Nordseeküste weit verbreitetes Verfahren zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Schüttsteindeckwerken ist der Mörtelverguss, bei dem die Schüttsteine mit einer definierten Menge an Mörtel pro Quadratmeter vergossen und so zu einem kohärenten Deckwerk zusammengefügt werden. Das Deckwerk ist somit in der Lage, Momente sowie Quer- und Normalkräfte aufzunehmen.

Aufgrund eines geringen Prozessverständnisses der Belastungsmechanismen und Widerstände erfolgt die Bemessung mörtelvergossener Schüttsteindeckwerke derzeit aufgrund von Erfahrungswerten. Es liegt kein theoretisch fundierter und durch Modellversuche verifizierter Bemessungsansatz für diese Deckwerksart vor. Regelwerke der Bundesanstalt für Wasserbau (MAR 2008; MAV 2017; RPV 2008) und die Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken (EAK 2007) regeln lediglich den Aufbau der Deckwerke sowie die Prüfungen zur Sicherstellung einer ausreichenden Qualität der Deckwerke und ihrer Komponenten. Die derzeitige Bemessungspraxis kann daher potentiell zu einer Unterbemessung oder einer unwirtschaftlichen Überbemessung der Deckwerke führen.

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und vom Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen geförderte Forschungsvorhaben „Wellenbelastung und Stabilität hydraulisch gebundener Deckwerke (HYGEDE)“ hatte daher das Ziel, die wissenschaftlich-technischen Grundlagen für die Bemessung mörtelvergossener Schüttsteindeckwerke auf Seegangsbelastung zu erarbeiten. Das Verbundprojekt, an dem das Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen University (IWW) und das Leichtweiß-Institut für Wasserbau, Abteilung Hydromechanik und Küsteningenieurwesen der Technischen Universität Braunschweig (LWI) beteiligt waren, gliederte sich in die beiden Teilprojekte HYGEDE-A (Förderkennzeichen 03KIS111) und HYGEDE-B (Förderkennzeichen 03KIS110). Der Fokus der in Teilprojekt HYGEDE-A durch das IWW durchgeführten Untersuchungen lag auf der strukturellen Integrität der Deckwerke während das LWI in Teilprojekt HYGEDE-B den Fokus auf die hydraulischen Prozesse legte.

Zur Beschreibung der strukturellen Integrität der Deckwerke wurden zuerst Schadensmechanismen aus der Begutachtung vorhandener Deckwerke an der Nordseeküste und aus einer Literaturrecherche abgeleitet. Für den Mechanismus „Rissbildung in der Deckschicht“ wurde ein Modell zur Beschreibung der Einwirkungen und Widerstände im Grenzzustand erstellt. Die Einwirkungen unter Wellenbelastung wurden mit großmaßstäblichen hydraulischen Versuchen im Großen Wellenkanal in Hannover (GWK) bestimmt. Dabei wurden vier Deckwerksaufbauten untersucht, die sich in ihrer Deckschichtdicke und

der verwendeten Vergussstoffmenge unterschieden. Auf diese Weise wurden zwei durchlässige und zwei undurchlässige Deckschichten erstellt. Die Deckwerke wurden mit JONSWAP-Wellenspektren mit mittleren Wellenhöhen  $H_{m0} = 0,4 - 1,0$  m und Peakperioden von  $T_p = 3,0 - 12,2$  s belastet, wodurch der Brecherparameter im Bereich von  $\xi_{m-1,0} = 1,5 - 4,6$  variiert wurde.

Die Durchlässigkeit der Deckschicht ist der wesentliche Einflussfaktor für die Drücke unter der Deckschicht in Abhängigkeit der Drücke auf der Deckschicht. Diese Drücke stellen die Einwirkung auf die als Platte wirkende Deckschicht dar. Daher wurden Durchlässigkeitsversuche an mörtelvergossenen Schüttsteindeckschichten durchgeführt und damit erstmals deren Durchlässigkeit in Abhängigkeit der Porosität und damit der Vergussstoffmenge beschrieben.

Die Widerstände und Bauwerkseigenschaften der Deckschicht wurden mit mechanischen und bruchmechanischen Ersatzversuchen an den Komponenten der Deckschicht sowie am Verbundkörper aus Mörtel und Wasserbaustein ermittelt (Klotzek, 2017). Darüber hinaus wurden Versuche zur Bestimmung der Kraft beim Lösen eines Einzelsteins im Labor und in situ für den Mechanismus „Lösen eines Einzelsteins“ durchgeführt.

Die hydraulischen Prozesse auf der Deckschicht wurden mit den Ergebnissen der großmaßstäblichen Versuche im GWK in Form der Wellenaufbauhöhe, des Brandungsstaus und des Reflexionskoeffizienten beschrieben.

Mit den Modellen lassen sich die für die Bemessung mörtelvergossener Schüttsteindeckwerke relevanten Prozesse „Rissbildung in der Deckschicht“ und „Lösen eines Einzelsteins“ und die hydraulischen Prozesse auf der Deckschicht beschreiben.

### **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**

EAK (2007): Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken durch den Ausschuss für Küstenschutzwerke der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. und der Hafenbautechnischen Gesellschaft e.V. Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI).

Klotzek, T. (2017): Mechanische und bruchmechanische Eigenschaften hydraulisch gebundener Deckwerke. Masterarbeit (Unveröffentlicht). Institut für Bauforschung und Lehrstuhl für Baustoffkunde der RWTH Aachen University.

MAR (2008): BAW-Merkblatt "Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen". Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe.

MAV (2017): BAW-Merkblatt "Anwendung von hydraulisch gebundenen Stoffen zum Verguss von Wasserbausteinen an Wasserstraßen (MAV)". Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe.

RPV (2008): BAW-Richtlinie "Prüfung von hydraulisch- und bitumengebundenen Stoffen zum Verguss von Wasserbausteinen an Wasserstraßen (RPV)". Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe.