

FlowDike-D: Freibordbemessung von Ästuar- und Seedeichen unter Berücksichtigung von Wind und Strömung

03KIS075 und 03KIS076

Stefanie Lorke, Holger Schüttrumpf
Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft (IWW), RWTH Aachen

Antje Bornschein, Stefano Gilli, Reinhard Pohl
Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik (IWD), TU Dresden

Jentsje Van der Meer
Van der Meer Consulting B.V., Heerenveen, Niederlande

Einführung

Eine Vielzahl von Schäden an See- und Ästuardeichen ist auf den Wellenüberlauf zurückzuführen. Daher sind für die Freibordbemessung von Deichen der Wellenauflauf und -überlauf maßgebende Bemessungsgrößen. Der Wellenauflauf und Wellenüberlauf wird unter Berücksichtigung der Deichgeometrie sowie der Wellenhöhe, der Wellenperiode und der Wellenangriffsrichtung berücksichtigt (vgl. EurOtop-Manual, 2007). Eine durch die Tide induzierte deichparallele Strömung sowie lokale Windfelder werden bislang in diesen Bemessungsformeln nicht berücksichtigt. Ziel des Projektes FlowDike-D ist die Untersuchung des Wellenaufbaus und -überlaufs beeinflusst durch Strömung und Wind in Kombination mit unterschiedlichen Wellenangriffsrichtungen sowie die Implementierung dieser Erkenntnisse in bestehende Bemessungsformeln für die Wellenaufbauhöhe und die -überlauftrate.

Modellversuche

Für die Untersuchung dieser zwei Aspekte - deichparallele Strömung und senkrecht auf den Deich treffender Wind - wurden im Jahr 2009 in zwei Testphasen physikalische Modellversuche im Wellenbecken des DHI in Hørsholm (Dänemark) durchgeführt. In der ersten Testphase (im Rahmen des EU-Hydralab-Projektes HYIII-DHI-5, Vertragsnr.: 022441) wurde der genannte Einfluss an einem 1:3 geneigten Deich untersucht, während in der zweiten Testphase ein 1:6 geneigter Deich getestet wurde. Das FlowDike-D-Projekt ist vom BMBF gefördert und stellt eine Kooperation der RWTH Aachen (Projektnr.: 03KIS075), der TU Dresden (Projektnr.: 03KIS076) und VanderMeer Consulting B.V. dar. Ziel des Verbundprojektes ist zum einen die Bestimmung der Wellenaufbauhöhe und der Wellenüberlauftrate in Abhängigkeit von Wellenangriffsrichtung, Strömung und Wind. Zum anderen sollen die einzelnen Überlaufereignisse identifiziert und die zugehörigen Strömungsprozesse auf der Deichkrone quantifiziert werden. Neben den zwei unterschiedlichen Deichneigungen wurden die Versuche mit je zwei Kronenhöhen durchgeführt. Die sich daraus ergebenden vier Deichformen wurden mit Wellen eines Jonswap-Spektrums belastet. Abbildung 1 zeigt den Modellversuch im Wellenbecken des DHI. Links im Bild sind die Wellenmaschine sowie die Windgeneratoren zu erkennen. Die durch die Parameter Wind, Strömung und Wellenangriffsrichtung beeinflussten Wellen trafen bzw. überströmten den Deich (rechts im Bild). Dabei wurde die Wellenüberlauftrate mittels zwei Wellenüberlaufbehältern je Deichkronenhöhe gemessen. Zur Bestimmung der Wellenaufbauhöhe wurde eine 2 m breite Wellenaufbauplatte installiert.



Abbildung 1 Versuchsaufbau, 1:3 geneigter Deich

Ergebnisse

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass mit zunehmendem Wellenangriffswinkel die Wellenüberlaufrate abnimmt. Ein Windfeld auf der Deichkrone führt zu einer erhöhten Wellenüberlaufrate, insbesondere bei kleinen Überlaufraten. Diese Aussagen stimmen mit früheren Untersuchungen überein (De Waals und Van der Meer, 1992; Waal, 1996; Ward, 1996).

In weiteren Versuchen wurde der Einfluss der Strömung auf die Wellenentwicklung untersucht, die sich durch das strömungsinduzierte Shoaling und die strömungsinduzierte Refraktion bestimmen lässt. Dieser Einfluss ist in den bestehenden Bemessungsformeln für den Wellenauflauf und den Wellenüberlauf des EurOtop-Manuals (2007) noch nicht enthalten. Für die Berücksichtigung unterschiedlicher Wellenangriffsrichtungen wird bisher ein Einflussfaktor γ_{β} verwendet. Im FlowDike-Projekt wurde der Einflussfaktor $\gamma_{\beta, cu}$ eingeführt, der den Einfluss der Strömung kombiniert mit der Wellenangriffsrichtung auf den Wellenauflauf und den Wellenüberlauf beschreibt. Der Einflussfaktor $\gamma_{\beta, cu}$ wird nun nicht mehr allein von dem Wellenangriffswinkel bestimmt, sondern von dem Energiewinkel der Welle, der sich aufgrund der Strömung von dem Wellenangriffswinkel unterscheidet. Aus den Untersuchungen wurden daher die Einflussfaktoren $\gamma_{\beta, cu}$ für unterschiedliche Energiewinkel der Welle ermittelt. Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung mit der Formel nach de Waal & Van der Meer (1992), die noch keine Strömung entlang des Deiches berücksichtigt hat.

Referenzen

- De Waal, J. P., Van der Meer, J. W. 1992: Wave run-up and overtopping on coastal structures. *Proceedings of the 23th International Conference on Coastal Engineering*. pp. 1758-1771. Venice, Italy.
- EurOtop-Manual (2007): *European Overtopping Manual*, www.overtopping-manual.com. Eds Pullen, T., Allsop, N.W.H., Bruce, T., Kortenhaus, A., Schüttrumpf, H., van der Meer, J. W., Heide in Holstein, Germany.
- Waal, J.P.; Tönjes, P.; van der Meer, J.W. (1996): Wave overtopping of vertical structures including wind effect. *Proc. 25th Int. Conf. on Coastal Engineering*. Orlando. pp. 2216-2229
- Ward, D.L.; Zhang, J.; Wibner, C. and Cinotto, C.M. (1996): Wind effects on run-up and overtopping of coastal structures. *Proc. 25th Int. Conf. on Coastal Engineering*. Orlando. pp. 2206-2215

Veröffentlichungen aus dem Projekt:

- Brüning, A.; Gilli, S.; Lorke, S.; Pohl, R.; Schlüter, F.; Spano, M.; van der Meer, J.; Werk, S.; Schüttrumpf, H. (2009): FlowDike - Investigating the effect of wind and current on wave run-up and wave overtopping. *4th Int. Short Conference on Applied Coastal Research*. Barcelona, Spanien.
- Brüning, A.; Gilli, S.; Lorke, S.; Pohl, R.; Schlüter, F.; Spano, M.; van der Meer, J.; Werk, S.; Schüttrumpf, H. (2010): FlowDike - Investigating the effect of wind and current on wave run-up and wave overtopping. *Hydralab III Joint User Meeting*. Hannover, Deutschland.
- Pohl, R. (2010): Neue Aspekte der Freibordbemessung an Fluss- und Ästuardeichen. *Wasserbauliche Mitteilungen des IWD der TU Dresden*. issue 40. pp. 467 - 478. Dresden, Deutschland.
- Lorke, S., Brüning, A.; van der Meer, J.; Schüttrumpf, H.; Bornschein, A.; Gilli, S.; Pohl, R.; Spano, M.; Říha, J.; Werk, S.; Schlüter, F. (2010): On the effect of current on wave run-up and wave overtopping. *32nd International Conference on Coastal Engineering (ICCE)*. Shanghai, China.
- Van der Meer, J.W.; Hardeman, B.; Steendam, G.J.; Schüttrumpf, H.; Verheij, H. (2010): Flow depths and velocities at crest and inner slope of a dike, in theory and with the wave overtopping simulator. *32nd International Conference on Coastal Engineering (ICCE)*. Shanghai, China.