

10:27 | Küstenschutz

3-D-Wellenmaschine erzeugt realistischen Seegang

Seegangsszenarien wie in der Realität: In Hannover wird die Stabilität von Deichen und Offshore-Anlagen erforscht. 72 Wellenblätter lassen Wellen sogar aus verschiedenen Richtungen kommen. *Von Eckart Granitza*



© Thomas Damm/Universität Hannover

Stabil stehende Offshore-Windanlagen, überflutungssichere Hochwasserwände und Deiche, umweltfreundliche Fischkäfige – die Praktikabilität von Bauwerken am und im Meer wird die Wissenschaft in Zukunft vor große Aufgaben stellen.

Bis jetzt wurde die Tauglichkeit von vielen dieser Konstruktionen und Bauwerken ausschließlich im Wellenkanal getestet. Doch der Wellenlauf in einem klassischen Wellenkanal kann die Realität nur unzureichend abbilden: Die Brecher, die im Kanal nur aus einer einzigen Richtung anrollen, kommen unter natürlichen Bedingungen oft aus unterschiedlichen Richtungen und überlagern sich meist auch noch.

Deshalb werden im Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen in Hannover solche Bauwerke jetzt auch in einem dreidimensionalen Wellenbecken getestet.

In diesem 3-D-Becken kommen die Wellen aus unterschiedlichen Richtungen – wie auch in der Realität. Möglich wird dies durch 72 Motoren, die unabhängig voneinander 72 sogenannte Wellenblätter bewegen können.

Dabei kann die 3-D-Wellenmaschine „nicht nur dauerhaften Seegang produzieren, sondern sogar auch Unregelmäßigkeiten und unnatürlichen Reflexionen im Seegang technisch entgegenwirken“, so der Küsteningenieur Nils Kerpen vom Franzius-Institut.

Das ist durch hochmoderne Messtechnik möglich: Denn jedes Wellenblatt ist mit einem Messgerät für den Wasserstand gekoppelt, von dem es immer wieder neu die Daten des Istzustandes der Wellenhöhe bezieht.

Anhand dieses Istzustandes kann seine Bewegung dann wieder so weit korrigiert werden, dass es auf die Erzeugung der für den jeweiligen Versuch gewünschten Wellenhöhe

zurückgefahren wird.

Derzeit haben die Küsteningenieure eine schematisierte Hochwasserwand, wie sie etwa beim Städtchen Brake an der Unterweser steht, im Maßstab von eins zu zehn diagonal in das 3-D-Wellenbecken eingebaut.

Hochwasserwände sind mit Steinen gemauerte oder mit Beton, Stahl oder Holz angefertigte Wände, die vor allem in Häfen und in solchen Bereichen aufgestellt werden, wo herkömmliche Deiche aus Platzmangel nicht gebaut werden können.

Die auf die Miniatur-Hochwasserwand auftreffenden Wellen werden nach Berechnungen der Forschungsstelle Küste des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) erzeugt.

„Dafür haben wir ein Szenario berechnet, das die Wellenhöhen widerspiegelt, wie sie bei einer Sturmflut auch in der Natur vorkommen könnten“, sagt die Wissenschaftlerin der Forschungsstelle Küste des NLWKN, Cordula Berkenbrink.

Das Problem: „Die bisherige Abschätzung der Höhe der Hochwasserschutzwände basiert auf einer Berechnungsformel, die aus Ergebnissen von Wellenkanalversuchen hergeleitet wurde.

Wellen überlagern sich häufig

Da man in dem Wellenkanal aber nur Wellen aus einer einzigen Richtung erzeugen kann, die Wellen sich in der Natur aber meist überlagern und aus verschiedenen Richtungen kommen, sind diese Versuche nicht ausreichend“, weiß Berkenbrink.

Aber in der freien Natur kann man die Belastungen auf die Bauwerke durch die Wellen schwerlich messen, da die wirklich gefährlichen Szenarien nur sehr selten vorkommen. „Deshalb werden in dem 3-D-Wellenbecken repräsentative Schutzwände eingebaut und mit unterschiedlichen Seegangsszenarien belastet“, sagt Berkenbrink.

Mit diesen Daten können die Wissenschaftler dann eine Modellierungsmethode entwickeln, mit der sie die Höhe der Schutzwände in ganz Niedersachsen sicher und wirtschaftlich berechnen können.

„Nach unseren ersten Erkenntnissen resultieren aus den frontal auflaufenden Wellen wesentlich höhere Wellenhöhen als aus den schräg auf die Schutzwände auftreffenden Wellen“, erklärt Projektleiter Kerpen.

Derzeit untersucht der Küsteningenieur, inwieweit sich die aus verschiedenen Richtungen kommenden Wellen auch noch überlagern können und dadurch die Wellenhöhen abermals gesteigert werden.

Furcht vor dem Hangrutsch am Deich

„Gerade die Wellen eines starken Sturmereignisses sind eine echte Gefahr für Hochwasserschutzwände und Deiche“, sagt Kerpen. Dabei kann es sein, dass Seegang, der zu häufig über die Deichkrone läuft, an der landeinwärts gelegenen Böschung des Deiches eine Hangrutschung auslösen kann.

„In der Vergangenheit, beispielsweise bei der Sturmflut von 1962, war genau diese Versagensform eines Deiches die Regel. Rutscht die schützende Kleischicht auf der Binnenseite ab, sodass der Sandkern freiliegt und das überlaufende Wasser ihn herauspült, dann bricht der Deich“, weiß Berkenbrink. Eine Katastrophe für Anwohner, Landwirtschaft und Industrie.

Mehr als 600 Kilometer durch Deiche und Hochwasserschutzwände gesicherte Küstenlinie gibt es allein in Niedersachsen. Und auf jedem einzelnen Meter dieser Linie muss ein solcher Deichbruch verhindert werden, denn seine Folgen können verheerend für ein ganzes Gebiet sein.

Gefahr für Offshore-Windparks

Doch Stürme und damit verbundene starke Wellenbewegungen bis hin zu Monsterwellen sind nicht nur für Hochwasserschutzwände und Deiche gefährlich. Sie sind auch für die Standhaftigkeit der Pfähle der großen Offshore-Windparks eine latente Gefahr.

Deswegen messen die Hannoveraner Küsteningenieure im Wellenkanal auch genau, welchen Belastungen diese Offshore-Konstruktionen bei starkem Wellengang ausgesetzt sind. Dafür haben sie die riesigen Offshore-Türme auf den Maßstab eins zu 40 verkleinert und in ihren Wellenkanal gestellt.

Gemessen wird mit einem neuen berührungslosen optischen Strömungsmesssystem: Mithilfe eines Lasers und zweier Kameras lässt sich die genaue Geschwindigkeit, mit der die Wellen auf die Offshore-Anlagen treffen, errechnen.

In das Pfahlmodell eingebaute Druckmessdosen zeichnen parallel auf, mit welchem Druck sie das tun, um zu ermitteln, wie stark die Stahlwand der innen hohlen Windkraftpfähle gebaut werden muss, um diesem Druck standzuhalten.

Besonders gefährlich sind die in der Natur immer mal wieder auftretenden großen Wellen eines starken Sturmereignisses, die entstehen, wenn sich mehrere Wellenkämme überlagern. Sie sind in der Lage, solche Pfähle auch einmal umzuknicken.

Druck von bis zu 500 Tonnen

„Wir waren selbst erstaunt, was für einen Druck diese großen Wellen auf die Pfähle ausüben, denn wenn eine Welle direkt auf den Pfahl auftrifft und dadurch bricht, können 17-fach höhere Lasten auftreten als bei einer ähnlich hohen, nicht brechenden Wellen. Das heißt im Klartext: bis zu 500 Tonnen“, berichtet Projektleiter Arndt Hildebrandt.

Zum anderen wird gemessen, wie starker und stetiger Wellengang die Fundamente der Pfeiler beeinflussen kann. Denn erfahrungsgemäß graben die wellenindizierten Strömungsbewegungen die im Schlick und Sand gegründeten Pfähle regelrecht aus. Deshalb wurde das Modellfundament – wie in der Natur – auch im Wellenkanal im Sand gegründet.

„Wenn man weiß, an welchen Standorten und mit welcher Intensität solche sogenannten Auskolkungen erfolgen, können die Betreiber der Offshore-Parks die Pfähle dann entweder entsprechend tiefer gründen oder die Fundamente durch Steine oder Geotextilien vor dem Ausgraben durch die Strömungen schützen“, sagt Hildebrandt. Für die Industrie können diese Erkenntnisse Einsparungen von vielen Millionen Euro bedeuten.

Und noch eine weitere zukunftsweisende Technik wird im Wellenkanal und später auch im Wellenbecken in Hannover getestet werden: große Offshore-Käfige für die Aquakultur. Bis jetzt liegen die Aquakulturanlagen üblicherweise in seichten Gewässern in der Nähe der Küsten, wo sie große Probleme verursachen.

Da wäre einerseits die Verbauung ganzer Küstenabschnitte, und andererseits belasten die in Farmen anfallenden Fäkalien sowie Futter- und Medikamentenreste der Fische die betroffenen Küstengewässer.

Aquakulturen in Bohrinseln integrieren

„Die Zukunft der Aquakultur liegt deshalb zweifelsfrei im offenen Meer“, meint Professor Bela Buck vom Zentrum für Aquakulturforschung (ZAF) in Bremerhaven. Weil die Strömungen im offenen Meer wesentlich stärker sind als in den seichten Küstengewässern, verteilen sich die Fischfäkalien schneller und weiträumiger.

Der Nachteil: Hunderttausende von Fischen sind in den riesigen Käfigen im offenen Meer nur sehr kostspielig zu füttern, da die Käfige dafür extra mit Booten angefahren und an die Meeresoberfläche gezogen werden müssen.

Ein Ausweg könnte deshalb darin liegen, die Fischkäfige der Aquakulturen gleich in die Offshore-Windkraftstrukturen oder in Bohrinseln zu integrieren.

Im Wellenbecken wollen die Hannoveraner nun die zusätzlichen Lasten und die Wechselwirkungen zwischen Trägerkonstruktionen und Fischkäfigen untersuchen. Buck ist sicher: „Eine Aufgabe, die wegweisend für die Zukunft der Fischzucht sein wird.“

© Axel Springer AG 2012. Alle Rechte vorbehalten