

Untersuchungen zu möglichen Auswirkungen extremer Sturmfluten am Beispiel der Region Emden/Krummhörn

Jürgen Jensen¹, Arne Arns¹, Marius Ulm¹

¹Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu), Universität Siegen, Paul-Bonatz-Str. 9-11, 57076 Siegen

Einführung

Das KFKI-begleitete, BMBF-geförderte KüNO-Projekt „Extreme North Sea Storm Surges and Their Consequences“ (EXTREMENESS) befasst sich mit extremen, bisher noch nicht aufgetretenen aber dennoch physikalisch plausiblen Sturmfluten an der deutschen Nordseeküste. In dem KFKI-Projekt „Modellgestützte Untersuchungen zu Sturmfluten mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten“ (MUSE) wurden physikalisch mögliche Wetterlagen bzw. Windfelder, die zu extremen Sturmflutereignissen an der Deutschen Nordseeküste führen können untersucht. Danach können Sturmflutwetterlagen auftreten, die in der Deutschen Bucht zu Wasserständen führen, die bis zu 1,4 m über den bisherigen höchsten Beobachtungsdaten liegen (Jensen et al., 2005). Diese Untersuchungen zeigen, dass allein bei ungünstiger Überlagerung der beobachteten Einzelkomponenten extremere Sturmflutereignisse auftreten könnten. Die Ermittlung dieser ungünstigen Kombinationen sowie die Berücksichtigung des Meeresspiegelanstiegs finden im Projekt EXTREMENESS in den Teilprojekten A, B und C statt. Die Durchführung von Untersuchungen zu möglichen Auswirkungen dieser extremen Sturmfluten ist die Hauptaufgabe im Teilprojekt D, das am Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu) der Universität Siegen bearbeitet wird.

Untersuchungsgebiet

Aufgrund des großen Interesses an den Untersuchungen u. a. von der Stadt Emden und den örtlichen Deichverbänden wurde die Region Emden/Krummhörn als Untersuchungsgebiet ausgewählt (s. Abb. 1), wobei auch diese regionalen Akteure sowie der Zivil- und Katastrophenschutz und ortsansässige Unternehmen in das Projekt eingebunden werden.



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebiets

Die Krummhörn, eine Halbinsel zwischen Leybucht und Dollart, zeichnet sich durch das tiefe, großteils unter dem mittleren Meeresspiegel liegende Geländeniveau aus, wie in Abb. 2 anhand der blauen Abstufungen des Geländemodells erkennbar. Dieser Sachverhalt erfordert eine kontinuierliche Entwässerung des Gebiets. Durch das in Abb. 2 durch weiße Linien dargestellte Netz aus Entwässerungsgräben und -kanälen wird die Region sowohl im Sielbetrieb als auch regelmäßig im Pumpbetrieb über das Siel und Schöpfwerk Knock entwässert. Die niedrige Geländehöhe und die Abhängigkeit von der Entwässerung bedeuten für die Region eine besondere Gefährdung hinsichtlich eines möglichen Deichversagens oder technischen Versagens bei einer extremen Sturmflut.

Der überwiegende Teil der Landflächen auf der Krummhörn wird landwirtschaftlich genutzt. Jedoch sind auch hohe materielle Werte in Form industrieller Anlagen im gefährdeten Gebiet angesiedelt. Neben dem Volkswagen-Werk in Emden sind in der Region z. B. Erdgas-Unternehmen ansässig. Der Hafen in Emden ist zudem ein Stützpunkt für den Bau und Betrieb von Offshore-Windparks.

Methodik

Zur Untersuchung möglicher Auswirkungen extremer Sturmfluten wird die Region Emden/Krummhörn zunächst in einem zweidimen-

sional hydrodynamisch-numerischen Modell abgebildet. Verwendet wird die Software DHI MIKE 21 FM. Das Gelände, die Entwässerungskanäle, sowie Gebäude und weitere Infrastruktur werden im Modell berücksichtigt. Die Deichlinie entlang des Ems-Ästuars bis zur Leybucht bildet den seeseitigen Modellrand, über den extreme Sturmflutwasserstände eingesteuert werden.

Zunächst werden verschiedene Szenarien entwickelt, die im numerischen Modell simuliert werden. Zum einen werden dazu von den Projektpartnern verschiedene extreme Sturmflutereignisse bereitgestellt, sodass eine Variation über die zur Verfügung stehenden Ereignisse erfolgt. Zum anderen wird ein Deichversagen in unterschiedlichen Ausprägungen und an unterschiedlichen Positionen entlang der Deichlinie unterstellt. Die dabei entstehenden Szenarien werden in das Modell eingesteuert und die resultierenden Überflutungsflächen des Deichhinterlands ermittelt. Durch eine Verschneidung mit Landnutzungsdaten (z. B. CORINE, OpenStreetMap) kann jedem Szenario ein potentieller Schaden zugeordnet werden. Diese möglichen Schäden als Auswirkung extremer Sturmfluten werden anschließend mit Hilfe einer Risikobetrachtung verglichen. Dazu wird unter Verwendung extremwertstatistischer Methoden für die eingesteuerten extremen Wasserstände jeweils eine Jährlichkeit bzw. eine Überschreitungswahrscheinlichkeit bestimmt. Des Weiteren wird den unterstellten Versagensmechanismen am Deich eine Versagenswahrscheinlichkeit z. B. nach Kortenhaus et al. (2003) zugeordnet. Die sich ergebende kombinierte Eintrittswahrscheinlichkeit wird mit den zuvor abgeschätzten Schäden verknüpft. Das resultierende monetäre Risiko für jedes Szenario erlaubt eine objektive Einordnung der Ergebnisse.

Abschließend werden die Ergebnisse der Untersuchungen für die Öffentlichkeit aufbereitet, um die möglichen Auswirkungen extremer Sturmfluten zu kommunizieren und zu diskutieren.

Einordnung im Projekt

Neben der beschriebenen Zusammenarbeit mit den Teilprojekten A, B und C, die die in EXTREMENESS-D verwendeten extremen Sturmfluten anhand von Windfeldern und Modellrech-

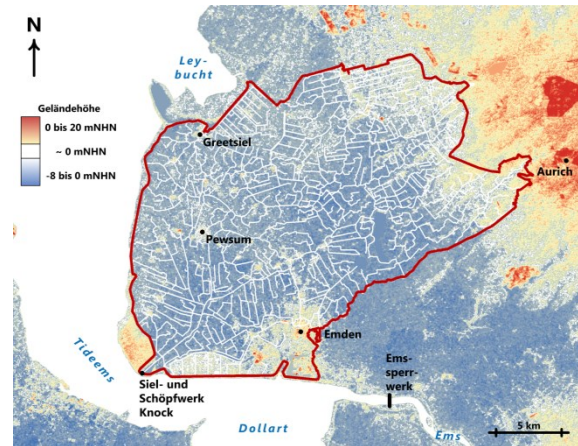


Abb. 2: Höhenlage des Untersuchungsgebiets (farbige Abstufung), Einzugsgebietsgrenze (rot) und Entwässerungskanäle (weiß)

nungen bestimmen, wird parallel in Teilprojekt E, bearbeitet von der Universität Hamburg, eine sozialwissenschaftliche Begleitung der Szenarien durchgeführt. Gemeinsam mit Vertretern lokaler Akteure werden vor der Simulation die möglichen Szenarien im Rahmen eines Workshops diskutiert und bewertet. In zwei weiteren Workshops werden die Ergebnisse der Risikobetrachtung vorgestellt und über die daraus für die Region Emden/Krummhörn resultierenden möglichen Anpassungsstrategien diskutiert.

Veröffentlichungen im Projekt

Ulm, M., Arns, A., Jensen, J., Schaper, J., Ratter, B. (2017): Mögliche Auswirkungen extremer Nordseesturmfluten und Anpassungsmaßnahmen. Poster. KÜNO-Jahrestagung, 11.-12.10.2017.

Referenzen

- Jensen, J., Mudersbach, C., Bork, I., Müller-Navarra, S., Koziar, C., Renner, V. (2005): Modellgestützte Untersuchungen zu Sturmfluten mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten (MUSE). Abschlussbericht zum BMBF-Forschungsvorhaben 03KISO039 (KFKI Förder-Nr. 78). Universität Siegen.
- Kortenhaus, A., Oumeraci, H., Weissmann, R., Richwien, W. (2003): Failure mode and fault tree analysis for sea and estuary dikes, Coastal Engineering 2002, Proc. 28th Int. Conf. Coastal Engineering (ICCE), pp. 2386-2398, doi: 10.1142/9789812791306_0200.