

EXTREMENESS-C [03F0758 C]

Analyse von extremen Sturmfluten in den Ästuaren von Ems und Elbe und mögliche Verstärkung

Elisabeth Rudolph* und Tabea Brodhagen

Bundesanstalt für Wasserbau - Wedeler Landstraße 157 - 22559 Hamburg

*elisabeth.rudolph@baw.de

Für die Planung des Küstenschutzes in der Deutschen Bucht sowie den angrenzenden Ästuaren von z.B. Ems und Elbe sind Kenntnisse über mögliche Auswirkungen schwerer Sturmfluten sowie mögliche Änderungen im Rahmen des anthropogenen Klimawandels von großer Bedeutung. In dem vom BMBF im Rahmenprogramm Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA 3) geförderten Projekt EXTREMENESS (Extreme Nordseesturmfluten und mögliche Auswirkungen) werden Ereignisse untersucht, die extrem selten und höchst unwahrscheinlich, aber potentiell mit extremen Konsequenzen verbunden sind. EXTREMENESS-A und EXTREMENESS-B nutzen verschiedene Selektionsmethoden, um in einer Vielzahl von existierenden Reanalysen, Hindcasts und Klimaprojektionen extreme Sturmflutereignisse und die dazugehörigen meteorologischen Bedingungen zu identifizieren. Mithilfe von Modellstudien wird anschließend untersucht, ob diese ausgewählten extremen Sturmfluten Potential für mögliche Verstärkungen durch z.B. eine unterschiedliche Wechselwirkung zwischen Tidephase und Windentwicklung besitzen.

Basierend auf den Erkenntnissen aus den von EXTREMENESS-E geleiteten Diskussionen im Wissenschafts-Praxis-Kooperationsforum werden aus den identifizierten sehr hohen Sturmfluten die drei nach den folgenden Kriterien extremsten Ereignisse für weitere Analysen in EXTREMENESS-C ausgewählt: die Sturmflut mit dem höchsten Wasserstand HF_v, die Sturmflutserie SFS mit der größten Zahl von Sturmfluten innerhalb einer Woche sowie die Sturmflut mit der längsten Dauer von Wasserständen über dem mittleren Tidehochwasser LF.

EXTREMENESS-C verwendet für die hochaufgelöste Simulation der Sturmflutereignisse in der Deutschen Bucht und den Ästuaren von Ems und Elbe das hydrodynamisch numerische Verfahren UNTRIM² (Casulli, 2009). Das Modellgebiet umfasst die innere Deutsche Bucht sowie die Ästuar von Elbe, Jade-Weser und Ems und erlaubt somit die vergleichende Betrachtung der Fokusregion Emsästuar mit dem Elbeästuar. Die modellierten Wasserstandszeitreihen sind Grundlage für die Analyse unterschiedlicher Sturmflutkenngößen wie z.B. dem Sturmflutscheitelwasserstand (höchster im Sturmflutzeitraum auftretender Wasserstand).

Zusätzlich zu den oben genannten Verstärkungen werden für die innere Deutsche Bucht weitere mögliche Verstärkungen der extremen Sturmfluten betrachtet. Zum einen wird der Abfluss aus dem Binnenbereich in die Ästuar vom mittleren Abfluss MQ auf den höchsten beobachteten Abfluss HHQ angehoben. Zum anderen wird am Rand zur Nordsee ein Meeresspiegelanstieg von 50 cm bzw. 100 cm angenommen. Im Gegensatz zum Elbeästuar ist das Emsästuar durch ein Sperrwerk vor Sturmfluten geschützt. Für die extremen Sturmfluten HF_v, SFS und LF werden die Sturmflutscheitelwasserstände entlang des Emsästuares mit offenem und gesteuertem Sperrwerk verglichen.

Beispielhaft sind die analysierten Sturmflutscheitelwasserstände der Hohen Flut HF_v entlang der Fahrrinnenmitte der Ems in Bild 1 dargestellt. Ein Meeresspiegelanstieg in der Nordsee von 50 cm (rot) bzw. 100 cm (blau) hebt die Sturmflutscheitelwasserstände bei offenem Sperrwerk (fett gestrichelt) bis tief in das Emsästuar um ungefähr den Betrag des Meeresspiegelanstieges an. Wird zusätzlich der Abfluss von MQ (fett gestrichelt) auf HHQ (fett durchgezogen) erhöht, so steigen die Sturmflutscheitelwasserstände im oberen Bereich des Emsästuares stromauf von Leerort um mehrere Dezi-

meter und im mittleren Bereich des Ästuars um einige Zentimeter. Im breiten und tiefen Mündungsbereich stromab von Dukegat hat der Abfluss keine Bedeutung für die Höhe des Sturmflutscheitelwasserstands.

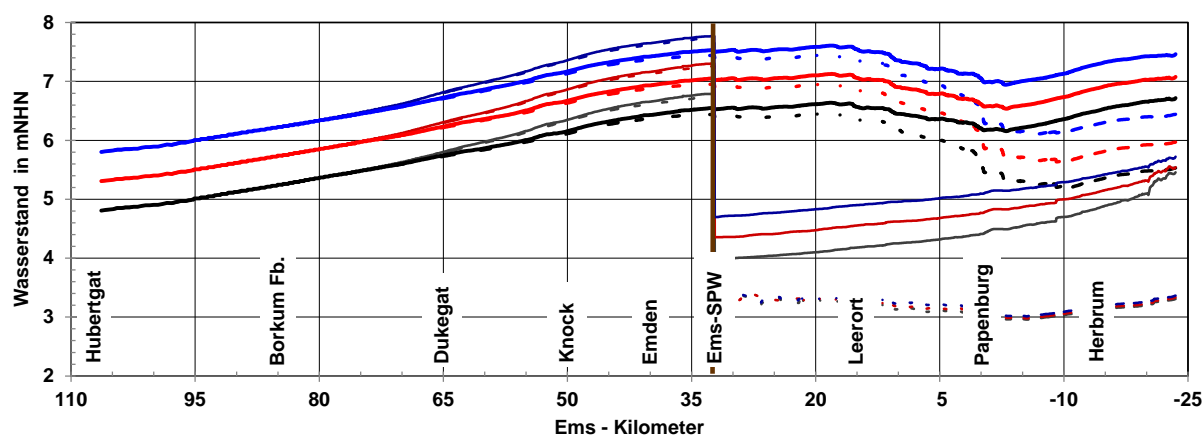


Bild 1: Hohe Flut HF_v: Sturmflutscheitelwasserstand entlang der Fahrrinnenmitte der Ems von der Außenems bei Hubertgat bis zum Dortmund-Ems-Kanal stromauf von Herbrum für offenes Sturmflutsperrwerk (fett) und gesteuertes Sturmflutsperrwerk (dünn) jeweils ohne Meeresspiegelanstieg (schwarz) sowie mit einem Meeresspiegelanstieg von 50 cm (rot) und 100 cm (blau). Die gestrichelte Linie kennzeichnet MQ, die durchgezogene Linie HHQ. Die Position des Emssperrwerkes ist in Braun markiert.

Das Schließen des Emssperrwerkes bei einem Wasserstand von NHN + 3,50 m schützt den stromauf des Sperrwerkes gelegenen Teil der Ems vor hohen Sturmflutscheitelwasserständen (dünn gestrichelt). Durch eine Erhöhung des Abflusses im Sturmflutzeitraum auf HHQ = 1200 m³/s erhöhen sich die Sturmflutscheitelwasserstände in diesem geschützten Bereich, bleiben jedoch auch bei einem Meeresspiegelanstieg von 50 cm bzw. 100 cm unter den für offenes Sperrwerk ermittelten Sturmflutscheitelwasserständen. Der stromauf des Sperrwerkes gelegene geschützte Bereich des Emsästuars ist groß genug, um den im Sturmflutzeitraum HF_v zufließenden Abfluss aufzunehmen.

Diese Untersuchungsergebnisse aus EXTREMENESS-C ermöglichen es, für die betrachteten extremen Sturmflutereignisse die Bedeutung eines Meeresspiegelanstiegs und einer Abflussveränderung für die Sturmflutscheitelwasserstände vergleichend entlang des Ems- und des Elbeästuars zu analysieren und die Einflussbereiche abzugrenzen. Die räumlich und zeitlich hochaufgelösten Modellergebnisse der extremen und zusätzlich verstärkten Sturmflutereignisse im Emsästuar (EXTREMENESS-C) werden für die transdisziplinären Untersuchungen von Sturmflutrisiken in der Region Emden-Krummhörn in EXTREMENESS-D und EXTREMENESS-E verwendet.

Danksagung:

Die EXTREMENESS Gruppe dankt dem BMBF für die Förderung des Projektes (Förderkennzeichen 03F0758A-E) sowie dem KFKI, allen Mitgliedern der Projektbegleitenden Gruppe und allen Mitgliedern des Wissenschafts-Praxis-Kooperationsforum für Anregungen und fruchtbare Diskussionen.

Literatur:

Casulli, V.: A high-resolution wetting and drying algorithm for free-surface hydrodynamics. International Journal for Numerical Methods in Fluids, 60, 391-408, 2009.