

MUSTOK Teilprojekt MUSE Ostsee

Modellgestützte Untersuchungen zu Sturmhochwasserständen mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten an der Deutschen Ostseeküste

J. Jensen¹, C. Mudersbach¹, R. Schmitz², I. Bork³, S. Müller-Navarra³, A. Benkel⁴

¹ Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu), Universität Siegen, Paul-Bonatz-Str. 9-11, 57072 Siegen, Fon +49-271-7402172, e-Mail: juergen.jensen@uni-siegen.de

² Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach

³ Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg

⁴ GKSS Forschungszentrum, Geesthacht

Einleitung

An der Deutschen Ostseeküste sind in den letzten Jahrzehnten keine Sturmfluten aufgetreten, die deutlich über 2 mNN lagen und somit – je nach Definition- als eine schwere Sturmflut gewertet werden können. Der Küstenschutz orientiert sich in vielen Bereichen der Ostseeküste an der katastrophalen Sturmflut vom November 1872 bei dem z.B. in Travemünde Wasserstände von 3,16 mNN und in Wismar 2,83 mNN gemessen wurden. In einigen Veröffentlichungen werden diesem Ereignis Jährlichkeiten von $T = 150$ bis 500 Jahren zugeordnet [1]. Das Ziel des Teilprojektes MUSE Ostsee im KFKI-Verbundvorhaben MUSTOK ist es, die Eintrittswahrscheinlichkeiten von extremen Sturmhochwasserständen an der Deutschen Ostseeküste besser abschätzen zu können. Dazu werden über eine geeignete Modellkette Sturmflutwetterlagen bestimmt, die zu extremen Wasserständen an der Deutschen Ostseeküste führen können. Diese Daten werden zusammen mit beobachteten und historischen Daten einer statistischen Extremwertanalyse zugeführt.

Methoden

Die Methodik zur Bestimmung von möglichen Extremwasserständen besteht aus 3 wesentlichen Schritten. Zunächst werden aus Datenarchiven des EZMW¹ Wetterlagen herausgefiltert, die zu potentiell hohen Wasserständen führen können. Es wurden Wetterlagen berücksichtigt, in denen Zyklonen über der Ostsee mit einer Stärke von mindestens 7 Beaufort (14m/s) in den Reanalysen aufgetreten sind. Ausgewählte Wetterlagen wurden mit dem aktuellen EPS¹ des EZMW nachgerechnet, womit eine Abschätzung physikalisch möglicher Grenzzustände erfolgen kann. Eine höhere Auflösung der Daten kann durch die sich anschließende Berechnung mit COSMO¹ erreicht werden. Optional können diese Wetterlagen am GKSS¹ mit Hilfe eines speziellen Verfahrens hinsichtlich der Zuggeschwindigkeit ihrer Zyklonen in physikalisch möglichen Grenzen variiert werden, wodurch es zu höheren Wasserständen kommen kann. Diese Wetterlagen werden schließlich am FTZ¹ und BSH¹ mit hochauflösenden hydrodynamischen Modellen in Wasserstände umgerechnet. Aus der Kombination von extremen Wasserständen aus Modellen, beobachteten Daten und historischen Wasserstandsaufzeichnungen lassen sich die Eintrittswahrscheinlichkeiten von extremen Sturmhochwasserständen an der Deutschen Ostseeküste belastbarer angeben.

Vorläufige Ergebnisse

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass extreme Wasserstände an der Deutschen Ostseeküsten neben den Parametern Windgeschwindigkeit, -richtung, -wirklänge und -wirkdauer auch von dem Füllungsgrad der Ostsee (Vorfüllung) abhängen. Die Vorfüllung kann einen entscheidenden Beitrag haben, muss jedoch nicht zwangsläufig an der Entstehung extremer Wasserstände Anteil haben, wie am Beispiel des Pegels Wismar verdeutlicht wird. In den bisherigen Analysen hat eine EPS-Realisation der Sturmflutwetterlage vom November 1995 zu den höchsten modellierten Wasserständen am Pegel Wismar geführt. Diese Wasserstände liegen mit 2,84 mNN knapp über dem historischen Höchstwert vom November 1872 (Abb. 1). Eine zeitgleiche Auswertung der Wasserstände am Pegel Landsort (Schweden) zeigt, dass zu diesem Zeitpunkt keine signifikante Vorfüllung vorhanden war. Dies belegt, dass am Pegel Wismar selbst ohne Vorfüllung – wie sie 1872 vorhanden war – höhere Wasserstände als 1872 möglich sind.

Für eine integrierte statistische Extremwertanalyse werden neben den beobachteten und den modellierten Daten auch historische Wasserstandsaufzeichnungen mit einbezogen, die am Pegel Wismar seit 1625 zur Verfügung stehen (Abb. 2). Der Vergleich der statistischen Analyse allein auf Grundlage der beobachteten Daten und der oben beschriebenen integrierten Extremwertanalyse ist in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt. Formal weist die

integrierte Analyse eine bessere Anpassungsgüte auf und basiert im Bereich der sehr seltenen Ereignisse nicht nur auf mathematischer Extrapolation, sondern zusätzlich auf physikalischen Annahmen (extreme Wasserstände aus Modellszenarien). Mit Hilfe dieser integrierten Extremwertstatistik können die Eintrittswahrscheinlichkeiten extremer Ereignisse entlang der Deutsche Ostseeküste belastbarer angegeben werden.

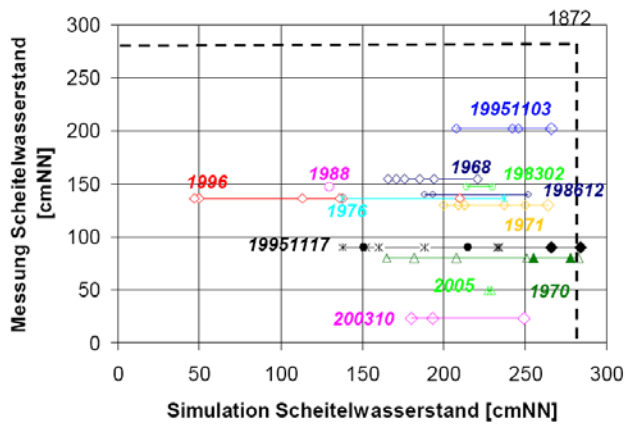


Abb. 1: Messung und Simulation der Scheitelwasserstände am Pegel Wismar an Zielterminen mit hohem Sturmflutpotenzial; die Simulationen des Ozeanmodells vom FTZ wurden mit Mitgliedern des EPS angetrieben [2].

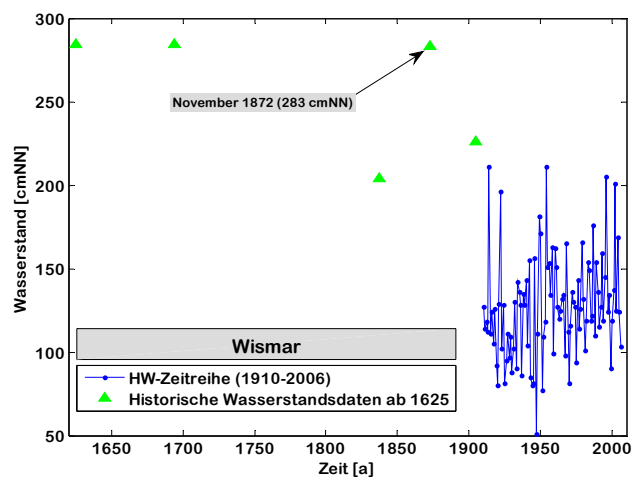


Abb. 2: Jährliche Hochwasserzeitreihe (HW) des Pegels Wismar von 1910 bis 2006 mit historischen Wasserstandsaufzeichnungen ab 1625

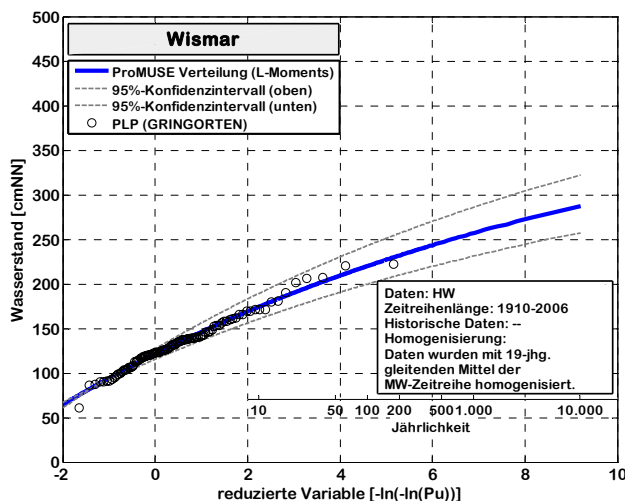


Abb. 3: Extremwertstatistik der HW-Zeitreihe des Pegels Wismar von 1910 bis 2006

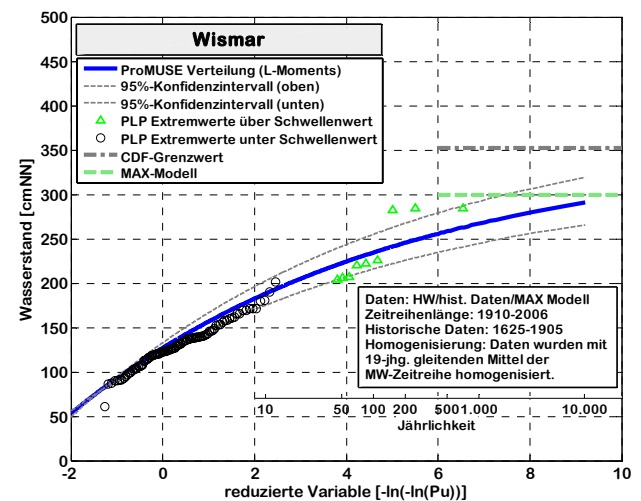


Abb. 4: Integrierte Extremwertstatistik des Pegels Wismar der HW-Zeitreihe von 1910 bis 2006, historischen Wasserstandsdaten und modelliertem Extremwert (ca. 300 cmNN; vorläufig)

Schrifttum

- [1] Jensen, J. und Töppe A. (1990): Untersuchungen über Sturmfluten an der Ostsee unter spezieller Berücksichtigung des Pegels Travemünde, DGM 34, H. 1/2
- [2] Schmitz, R. (2007): Abschlussbericht Verbundvorhaben MUSTOK – Teilprojekt MUSE Ostsee, Aufgabengebiet DWD - Entwurf

1Abkürzungen

DWD - Deutscher Wetterdienst, EZMW - Europäisches Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage, BSH - Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, GKSS - GKSS Forschungszentrum Geesthacht, fwu - Forschungsinstitut Wasser und Umwelt der Universität Siegen, FTZ - Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität Kiel, EPS - Ensemble Prediction System des EZMWF, COSMO - Lokales Wettermodell des DWD (frühere Bezeichnung : LM, LME)