

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Poster, Published Version

**Brodhagen, Tabea; Fery, Natacha; Gaslikova, Lidia; Grabemann, Iris;
Rudolph, Elisabeth; Tinz, Birger; Weisse, Ralf**

Analyse extremer Sturmfluten an der deutschen Nordseeküste und möglicher Verstärkungen

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105966>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Brodhagen, Tabea; Fery, Natacha; Gaslikova, Lidia; Grabemann, Iris; Rudolph, Elisabeth; Tinz, Birger; Weisse, Ralf (2017): Analyse extremer Sturmfluten an der deutschen Nordseeküste und möglicher Verstärkungen. Poster präsentiert bei: Jahrestagung Küstenmeerforschung Nordsee - Ostsee, 11. und 12. Oktober 2017, Universität Rostock.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Analyse extremer Sturmfluten an der deutschen Nordseeküste und möglicher Verstärkungen

Tabea Brodhagen¹, Natacha Fery², Lidia Gaslikova³, Iris Grabemann³, Elisabeth Rudolph¹, Birger Tinz², Ralf Weisse³

Im Verbundvorhaben **EXTREMENESS (EXTREME North SEa Storm Surges and their consequences)** sollen extreme Sturmflutereignisse identifiziert werden, die zum einen extrem unwahrscheinlich, zum anderen aber trotzdem physikalisch plausibel und möglich sind und mit extremen Schäden oder Auswirkungen verbunden sein können. In den Teilprojekten **A** und **B** wird hierzu eine Datenbasis der Sturmflutereignisse an der deutschen Nordseeküste unter heutigen und möglichen zukünftigen Klimabedingungen erstellt. Im Teilprojekt **C** werden die Auswirkungen der aus dieser Datenbasis ausgewählten Sturmflutereignisse auf die Ästuarie von Elbe und Ems analysiert. Des Weiteren wird untersucht, inwieweit ausgewählte Sturmflutereignisse unter leicht geänderten, aber physikalisch plausiblen Bedingungen extremer ausfallen könnten.

EXTREMENESS-A Analyse extremer Sturmfluten und möglicher Verstärkungen (HZG)

- Identifizierung extremer Sturmflutereignisse und ihrer meteorologischen Bedingungen in existierenden Modelldatensätzen (Rekonstruktionen und Klimaprojektionen (CMIP3 und CMIP5)) nach folgenden Kriterien:
 - hoher Wasserstand (Abb. 1, WST_{max})
 - hoher Windstau (Abb. 1, WSH_{max})
 - lang andauernder Windstau (Abb. 1, Staudauer)
 - hoher Windstau und starker Niederschlag

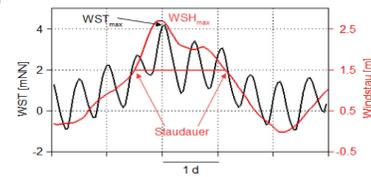


Abb. 1 Sturmflutereignis

- Untersuchung, ob unter plausiblen bisher nicht aufgetretenen Konstellationen bisher nicht eingetretene extremere Sturmfluten vorkommen können:
 - Ensemblesimulationen der regionalen Atmosphäre
 - Simulationen des Wasserstands in der Deutschen Bucht, um z.B. mögliche Auswirkungen von unterschiedlichem Zusammenspiel von Tide und Stau abzuschätzen

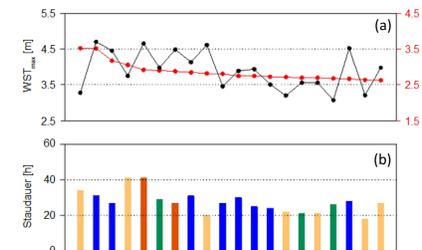


Abb. 2: Die 20 höchsten Windstauereignisse aus allen betrachteten Datensätzen für Borkum: Windstauhöhe (rot) und Sturmflutereignis (schwarz) sortiert nach Windstauhöhe (oben) und Dauer des Windstaus über 1.5 m (unten). Die verschiedenen Farben der Balken geben unterschiedliche Klimaprojektionen wieder (rot, blau: CMIP3, orange, grün: CMIP5)

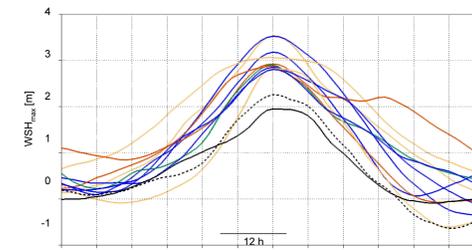


Abb. 3: Beispielhaft kurze Zeitreihen der 10 höchsten Windstauereignisse für Borkum aus Abb. 2 zeitlich zentriert auf das Staumaximum. Dazu zum Vergleich gemessene Windstauereignisse (schwarz): durchgezogen – Britta (2006), gestrichelt – ein Sturm aus 1994 (höchster Windstau bei Borkum zwischen 1985 und 2012)

- die höchsten identifizierten Sturmflutereignisse für "hoher Wasserstand", "hoher Windstau" (Abb. 2) und "langer Windstau" unterscheiden sich
- die höchsten Ereignisse sind den Klimaprojektionen zuzuordnen und fallen hinsichtlich Windstauhöhe höher aus als die zwischen 1985 und 2012 höchsten beobachteten Ereignisse (Abb. 3)

- Identifizierung der Sturmflutereignisse, die Potential für weitere Verstärkung besitzen

EXTREMENESS-B Analyse von Windfeldern, die extreme Sturmfluten verursachen können (DWD)

- Identifizierung von Windfeldern, die extreme Sturmfluten verursachen können, anhand von Daten aus dem Zeitraum von 1851 bis 2100:
 - Beobachtungen (u.a. Messmasten FINO 1, 3, sowie Küstenstationen)
 - Reanalysen:
 - COSMO-REA6 (Uni Bonn, DWD)
 - 20CR (NOAA, Compo et al. (2011))
 - ERA-Interim (ECMWF)
 - Klimaprojektionen (CMIP5 / MPIOM)
- Validierung der verschiedenen Reanalysen mit historischen Stürmen
- Nutzung von zwei Methoden für die Abschätzung der Wirkung von Windfeldern auf den Wasserstand an der Küste:
 - effektiver Wind (Abb. 4)
 - Windstau (Abb. 5)
- Untersuchung einer Optimierung des Windstaus für Extremereignisse

- Identifizierung extremer Ereignisse erfolgt mit Berechnung des 99.99 Perzentils über den gesamten Zeitraum
- Kategorisierung der identifizierten Ereignisse nach Dauer, Intensität und Sturm-Typ

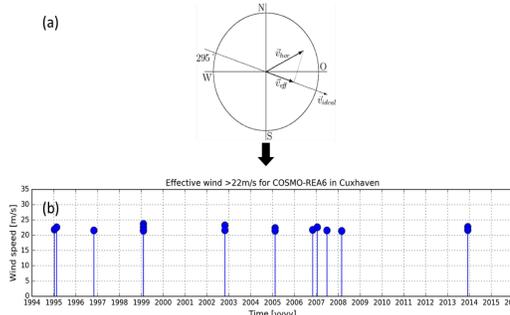


Abb. 4 Methode zum effektiven Wind (Koziar & Renner, 2005) – Beispiel für die Reanalyse COSMO-REA6 in Cuxhaven an der deutschen Nordseeküste. (a) Projektion von Windfeldern auf die Richtung 295° und (b) Höchste effektive Winde (>22m/s) in Cuxhaven zwischen 1995 und 2014

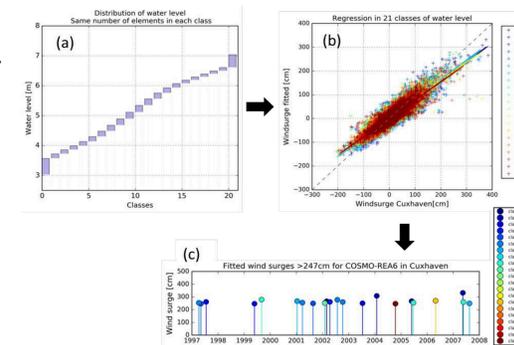


Abb. 5 Windstau Methode (Jensen, Muddersbach, & Dangendorf, 2013) – Beispiel für die Reanalyse COSMO-REA6 in Cuxhaven an der deutschen Nordseeküste. (a) Verteilung von gemessenen Wasserständen in Cuxhaven, (b) Multiple Lineare Regression für jede Wasserstandsklasse und (c) Höchste Windstaus (>247cm) pro Wasserstandsklasse in Cuxhaven zwischen 1997 und 2008

Referenzen:
Compo, G. P. et al. (2011). The twentieth Century Reanalysis Project. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 137, 1-28. doi:10.1002/qj.776.
Koziar, C. & Renner, V. (2005). Modellgestützte Untersuchungen zu Sturmfluten mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten (MUSE) – Teilprojekt 1: Numerische Berechnung physikalisch konsistenter Wetterlagen mit Atmosphärenmodellen. Abschlussbericht zum BMBF-Forschungsvorhaben 03KIS039 (KFKI Fordernummer 78). Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach.
Jensen, J., Muddersbach, C., & Dangendorf, S. (2013). Untersuchungen zum Einfluss der Astronomie und des lokalen Windes auf sich verändernde Extremwasserstände in der Deutschen Bucht. *KLWAS Schriftenreihe*, 62. doi:10.5675/Klwass_25.2013_Extremwasserstände.

EXTREMENESS-C Analyse von extremen Sturmfluten in den Ästuaren von Elbe und Ems und mögliche Verstärkungen (BAW)

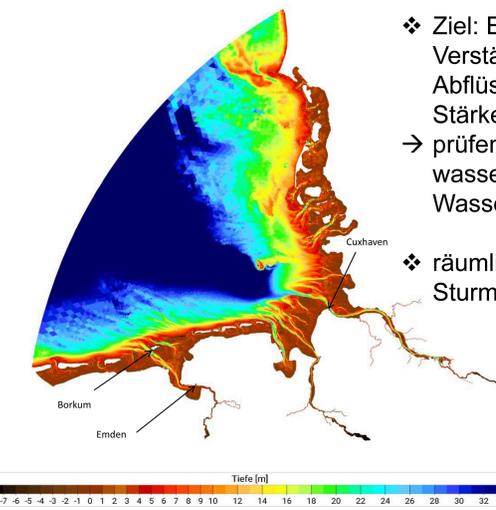


Abb. 6 Topographie des Deutsche Bucht Modells

- Ziel: Einfluss potentieller Verstärkungsmechanismen (veränderte Abflüsse Q, Meeresspiegelanstieg SLR) auf Stärke einer Sturmflut untersuchen
→ prüfen, ob sich die Sturmflutereignisse und/oder die Dauer hoher Wasserstände im Sturmflutzeitraum erhöhen
- räumlich hochaufgelöste Simulation der Sturmflutverläufe in Elbe und Ems (Abb. 7):
 - Nutzung eines Modells (UnTRIM2) der Deutschen Bucht (Abb. 6)
 - Verwendung von Randwerten (Wind, Wasserstand) der von HZG und DWD identifizierten Extremereignisse
- Simulation ausgewählter Abflusszenarien (Q) und Meeresspiegelanstiegsszenarien (SLR)
- Analyse von Sturmflutkenngrößen:
 - Sturmflutereigniswasserstand (Abb. 8)
 - Eintrittszeitpunkt des Sturmflutereigniswasserstands
 - Dauer hoher Wasserstände

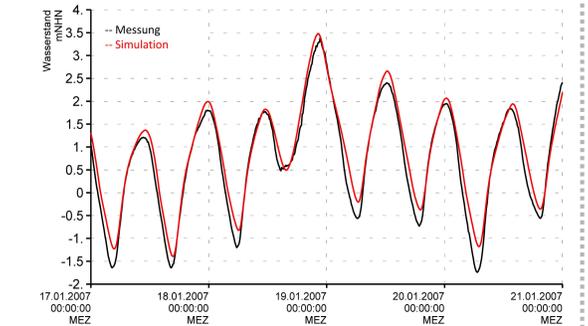


Abb. 7 Wasserstandszeitreihe bei Emden am Beispiel der Sturmflut Kyrrill (19.01.2007).

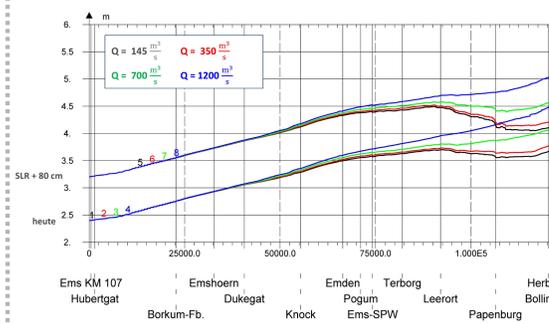


Abb. 8 Sturmflutereigniswasserstände entlang der Fahrrinne der Ems für ausgewählte Abfluss- und Meeresspiegelanstiegsszenarien (SLR) am Beispiel der Sturmflut Kyrrill (19.01.2007).

- Fokusregionen Ems und Elbe:
 - Identifizierung von Bereichen im Ästuar, in denen der Einfluss des Abflusses/des Meeresspiegelanstiegs dominiert (Abb. 8)
 - Identifizierung des Ausmaßes einer möglichen Verstärkung der Sturmflut
 - Auswahl jener Szenarien, die in EXTREMENESS-D näher untersucht werden sollen