

Modellgestützte Untersuchungen zu extremen Sturmflutereignissen an der Deutschen Ostseeküste (MUSTOK)

Jürgen Jensen¹, Christoph Mudersbach¹, Peter Fröhle²,
Christian Schlamkow², Roberto Mayerle³, Gerd Bruss³

¹Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu) der Universität Siegen, E-Mail: christoph.mudersbach@uni-siegen.de

²Universität Rostock, Institut für Umweltingenieurwesen, FG Küstenwasserbau

³Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ), Christian Albrechts Universität Kiel

Für die Bemessung von Küstenschutzbauwerken bilden die Abschätzungen von möglichen Extrembelastungen durch Wasserstand und Seegang eine wesentliche Grundlage. Dabei kann in aller Regel nicht die größte anzunehmende Belastung als Bemessungsgröße verwendet werden, jedoch lassen sich hieraus und aus beobachteten Daten technisch und volkswirtschaftlich sinnvolle Bemessungsgrößen ableiten. Da ein Deich im Wesentlichen durch den Wasserstand und Wellen belastet wird, müssen auch Kombinationen dieser Parameter untersucht werden.

Um zum einen mögliche extreme Wasserstände und zugleich Kombinationen aus Wasserstand und Seegang zur Ermittlung maßgebender Bemessungsparameter ableiten zu können, wurde ab dem Jahr 2005 das KFKI-Verbundprojekt *Modellgestützte Untersuchungen zu extremen Sturmflutereignissen an der Deutschen Ostseeküste (MUSTOK)* mit einer Laufzeit von 3,5 Jahren vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Das Verbundprojekt MUSTOK besteht aus den drei Teilvorhaben:

- **MUSE Ostsee** (Ziel: Abschätzung möglicher Extremwasserstände und Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeiten)
- **SEBOK A** (Ziel: Ableitung maßgebender Bemessungsparameter für Küstenschutzwerke an der Küste Schleswig-Holsteins)
- **SEBOK B** (Ziel: Ableitung maßgebender Bemessungsparameter für Küstenschutzwerke an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns)

MUSE Ostsee

In dem Teilvorhaben MUSE Ostsee wurden physikalisch mögliche Extremwasserstände auf Basis einer Systemkette numerischer Modelle (DWD – GKSS – BSH) für die gesamte Deutsche Ostseeküste abgeleitet. Die katastrophale Sturmflut vom 12./13. November 1872 konnte erstmalig mit modernen Simulationsmodellen mit guter Übereinstimmung hinsichtlich der erreichten Extremwasserstände rekonstruiert werden. Dies kann auch die Sturmflutvorhersagen weiter verbessern.

Es zeigt sich, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt Sturmflutwasserstände, die deutlich über dem Extremereignis vom 12./13. November 1872 liegen, wenig wahrscheinlich sind. Die Ergebnisse zeigen jedoch regionale Unterschiede. Durch die Einbeziehung von modellierten Extremwerten, historischen Ereignissen und regelmäßig aufgezeichneten Sturmflutwasserständen kann die Extremwertstatistik verbessert werden (Abb. 1), womit Eintrittswahrscheinlichkeiten belastbarer angegeben werden können. Die Eintrittswahrscheinlichkeit des Extremereignisses von 1872 am Pegel Travemünde kann nach den aktuellen Untersuchungen mit einer Jährlichkeit von $T = 3.400$ bis 7.000 Jahren angegeben werden.

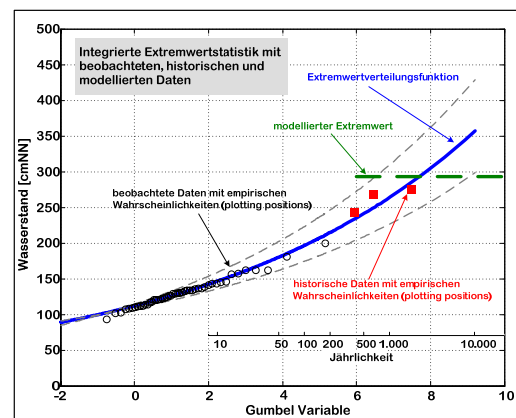


Abbildung 1: Schematische Darstellung der integrierten Extremwertstatistik

SEBOK A

Im Teilprojekt SEBOK A wurde einer Methode für die Bemessung künftiger, sowie für die Sicherheitseinschätzung bestehender Küstenschutzanlagen, basierend auf der Abschätzung extremer Küstenbelastungen, entwickelt. Insgesamt wurden ca. 60 der im Teilprojekt MUSE Ostsee generierten Stürme mit hohem Sturmhochwasserpotential, sowie die meteorologische Rekonstruktion der historischen Sturmflut von 1872 verwendet, um mit einer Modellkette schrittweise die erzeugten Wasserstände und Seegangshöhen zunächst auf überregionaler Ebene und schließlich entlang der gesamten deutschen Ostseeküste lokal sehr hoch aufgelöst abzuschätzen.

Die verwendeten Modelle basieren auf der Modellfamilie des 'Danish Hydraulic Institute'. Sie wurden mit Hilfe von Messdaten kalibriert und verifiziert, und weisen gute Übereinstimmung mit den Naturdaten auf. Auf überregionaler Ebene, d.h. im Bereich der gesamten Ostsee, wurde ein dreidimensionales Strömungsmodell mit einem tiefengemittelten spektralen Seegangsmodell gekoppelt. Auf lokaler Ebene wurden hochauflösende Profilmolelle verwendet um die morphologische Auswirkung der Szenarien sowie die räumliche Entwicklung von Seegang und mittlerem Wasserstand bis an den Strand berechnen zu können. Diese küstenahen Modelle werden an den offenen Rändern mit den Ergebnissen der überregionalen Modelle in Form von Wasserstands- und Seegangszeitreihen angetrieben.

Je nach örtlich maßgebendem Belastungsfall können die zeitlichen Verläufe von Energieeintrag oder Wellenaufbau zwischen Szenarien und rekonstruiertem Referenzereignis von 1872 verglichen und damit die lokal jeweils höchsten Belastungen bestimmt werden. Auf diese Weise kann sowohl eine iterative Bemessung als auch eine Sicherheitseinschätzung bestehender Strukturen, die auf Basis des Ereignisses von 1872 bemessen wurden, erfolgen.

SEBOK B

Ziel der Untersuchungen im Vorhaben SEBOK B ist die Entwicklung, Verifikation und Anwendung einer Methodik zur Ermittlung maßgebender hydrodynamischer Eingangsdaten als Grundlage für den Entwurf und die Bemessung von Küsten- und Hochwasserschutzbauwerken im Bereich der deutschen Ostseeküste. Dabei wurden die Eingangsdaten für die Bemessung auf der Grundlage möglichst umfassender Zeitserien der hydrodynamischen Parameter bestimmt. Diese Zeitserien wurden für Wind- und Wasserstandsdaten aus Messungen und für Seegangsdaten mittels Wind-Wellen-Korrelationsrechnungen und Langzeit-Seegangssimulationen (bis zu 55 Jahren) gebildet.

Aus den Zeitserien wurden die Bemessungsparameter Wasserstand, Dauer einer Sturmflut und Seegangparameter (Wellenhöhe, Wellenperiode, Wellenanlaufriechung) abgeleitet und mit Methoden der Extremwertstatistik untersucht. Für die Kombinationen der Bemessungsparameter wurden kombinierte Eintrittswahrscheinlichkeiten berechnet die eine Grundlage für die Bemessung von Küstenschutzanlagen und die Bewertung von Deichsicherheiten bilden können.

Im Rahmen der Projektbearbeitung werden zusätzlich ein Vergleich der im Projekt MUSTOK verwendeten numerischen Modelle durchgeführt, sowie die unterschiedlichen methodischen Ansätze zur Ermittlung maßgebender Bemessungsparameter anhand eines Fallbeispiels intensiv diskutiert.

WORKSHOP

Am 04. und 05. März 2008 fand ein Workshop zum Projekt MUSTOK mit dem Titel „Sturmflutgefährdung der Ostseeküste“ an der Universität Rostock statt. Über 100 Fachkolleginnen und Fachkollegen aus Wissenschaft und Praxis und Entscheidungsträger aus Politik und Verwaltung nahmen an dem Workshop. Das Ziel der Veranstaltung war es, die Ergebnisse insbesondere hinsichtlich ihrer Praxisrelevanz mit einer breiten Fachöffentlichkeit zu diskutieren.