

## **Projektvorstellung und Analyse der hydrologischen und hydrodynamischen Randbedingungen im Bereich der Halligen (ZukunftHalligA)**

Jürgen Jensen, Arne Arns und Christoph Mundersbach

Universität Siegen, Forschungsinstitut Wasser und Umwelt,  
Lehrstuhl für Wasserbau und Hydromechanik, Paul-Bonatz-Strasse 9-11, 57068 Siegen

### **Hintergrund und Einleitung**

Mit einer Größe von etwa 9000 km<sup>2</sup> ist das Wattenmeer der Nordsee eines der größten Feuchtgebiete der Welt und bietet Lebensraum für etwa 10000 Tier- und Pflanzenarten (UNESCO). Aufgrund dieser besonderen Bedeutung wurden die Nationalparke und Biosphärenreservate Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und Niedersächsisches Wattenmeer im Jahr 2009 zum UNESCO Weltnaturerbe ernannt. Inmitten des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres befinden sich zehn deutschen Halligen. Diese weltweit einzigartige Halligwelt entstand vereinzelt aus den Resten ehemaliger Küstenmarschen, der größte Teil resultiert jedoch weitestgehend aus Neuauflandungen durch Schlickablagerungen (QUEDENS, 1992). Der Begriff Hallig bedeutet soviel wie „flach“ bzw. „niedrig“ und charakterisiert das geringe Höhenniveau der Halligen gegenüber dem mittleren Tidewasserstand. Infolge dieser Lage sowie dem Umstand, dass es auf den Halligen – ausgenommen von einigen Sommerdeichen – keine Deiche gibt, heißt es auf den Halligen z.Zt. jährlich bis zu 50-mal „Landunter“. Während es im Bereich der Halligen beim „Landunter“ durch die Ablagerung suspendierter Sedimente einerseits zur Landneubildung kommt, führten insbesondere die großen Sturmfluten der vergangenen Jahrhunderte an den ungeschützten Halligkanten immer wieder zu Abbrüchen und Landverlusten. Betrachtet man die morphologische Entwicklung der Halligen über die letzten Jahrhunderte, muss festgestellt werden, dass die Landverluste, im Wechselspiel zwischen Sedimentation und Abbrüchen, überwogen haben. Zwischen dem 13. und 20. Jahrhundert verloren die Halligen so ca. 50 % ihrer Fläche, einigen verschwanden dabei ganz (QUEDENS, 1992).

### **Das Forschungsvorhaben „ZukunftHallig“**

Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, erarbeitet ein interdisziplinäres Team unter Beteiligung des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft (IWW), dem Institut für Soziologie (IFS) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, dem Geowissenschaftlichen Zentrum der Universität Göttingen (GZG), den Landesbetrieben für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN-SH) und dem Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu) der Universität Siegen im BMBF-geförderten Forschungsvorhaben „ZukunftHallig“ nachhaltige Küstenschutz- und Bewirtschaftungsstrategien für die Halligen. Im Einzelnen sollen hierzu die hydromechanischen Belastungen unter heutigen und zukünftigen klimatischen Bedingungen sowie die morphologischen und sedimentologischen Veränderungen an und auf den Standorten betrachtet werden. Durch die Quantifizierung des derzeitigen vorhandenen Schutzstandards lassen sich danach risikoorientierte Gefährdungsanalysen durchführen, die als Grundlage zur Entwicklung von nachhaltigen, klimaangepassten Küstenschutzstrategien dienen. Abschließend soll die Akzeptanz dieser Strategien bei den Bewohnern eruiert werden.

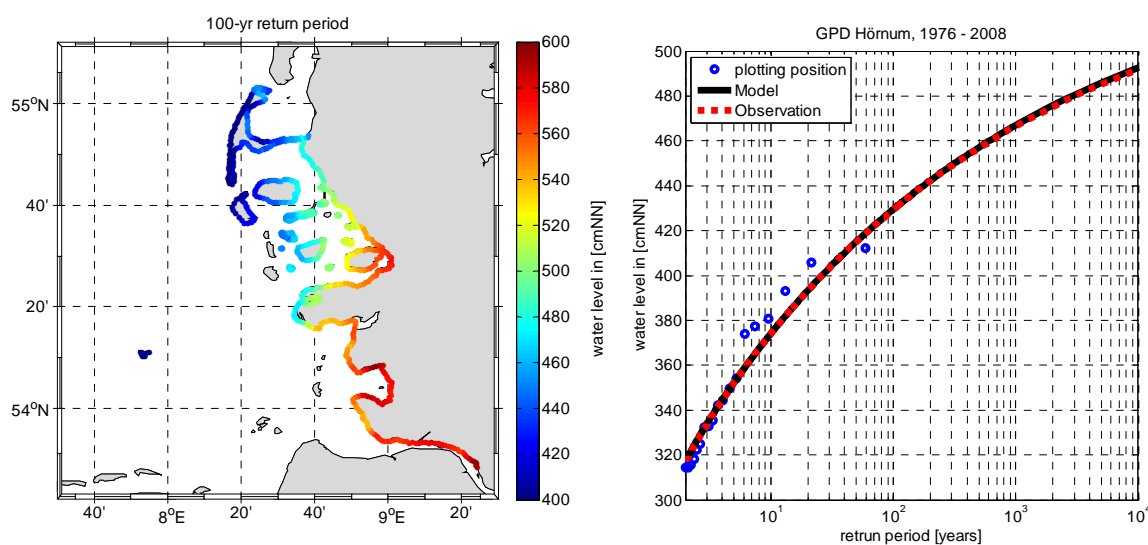
### **Teilprojekt „ZukunftHalligA“**

Ein Ansteigen des mittleren Meeresspiegels (MSL) sowie Änderungen in der Höhe Häufigkeit von Extremereignissen stellen eine der Hauptgefahren im Zuge eines sich erwärmenden Klimas dar. Um zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden, ist ein vertieftes Verständnis dieser Prozesse von großer Bedeutung. Derzeit leben weltweit ca. 200 Millionen Menschen in tief liegenden Gebieten und sind der potenziellen Gefahr von Überflutungen ausgesetzt. Aufgrund der Bevölkerungszunahme und der immer stärkeren Besiedlung der Küstengebiete wird diese Zahl in Zukunft weiter ansteigen und kann bis ca. 2080 eine Größenordnung von 800 Millionen erreichen (NICHOLLS, 2004). Um Küstengebiete effizient zu schützen, wurden in den letzten Jahrzehnten verschiedene Ansätze zur Abschätzung der Höhen und Häufigkeiten extremer Wasserstände entwickelt. Die Methoden, die

dabei auf nationaler sowie internationaler Ebene zum Einsatz kommen, variieren zum Teil jedoch deutlich. Dabei resultieren aus der Verwendung verschiedener statistischer Methoden unterschiedliche Einschätzungen hinsichtlich der Höhe und Häufigkeit von extremen Sturmflutereignissen. Aber auch bei der Verwendung gleicher Modelle können die Ergebnisse große Unterschiede aufweisen. Diese resultieren i.d.R. aus einer subjektiven Wahl des Modell-Setups. Ein Vergleich von Extremereignissen bzw. dem daraus abgeleiteten Schutz entlang der Deutschen Nordseeküste ist daher kaum möglich.

Um den Einfluss subjektiver Entscheidungen zu reduzieren, wurden im Teilprojekt „ZukunftHallig A“ die in Deutschland gängigen, direkten Verfahren zur Ableitung von Bemessungswasserständen bzw. von Wasserständen mit einer bestimmten Wiederkehrzeit auf deren Anwendbarkeit sowie deren Robustheit hin getestet. Dabei wurden die jeweiligen Parameter in realistischen Spannen (bzw. gemäß Literaturrecherche) variiert und auf deren Einfluss hin untersucht. Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines Verfahrens, das zu vergleichbaren Bemessungsgrößen bzw. Input für Risikoanalysen führt. Beim Vergleich der gängigsten direkten Verfahren zur extremwertstatistischen Ermittlung von Wasserständen zeigt das POT (Peak Over Threshold) Verfahren deutlich stabilere Ergebnisse als das Block Maxima Verfahren. Dabei zeigen die Analysen, dass die Block Maxima Methode deutlich sensibler auf subjektive Einflussmöglichkeiten reagiert, wodurch eine weitaus höhere Diskrepanz zwischen den möglichen Resultaten als beim POT Ansatz resultiert. Zudem zeigen die Ergebnisse, dass es unter Verwendung des POT Verfahrens möglich ist, aus kürzeren Zeitreihen nahezu die gleichen Ergebnisse zu erzielen wie mit der Block Maxima Methode unter Verwendung sehr langer Zeitreihen. Nähere Informationen können Arns et al. (in prep.) entnommen werden.

Für die risikoorientierte Gefährdungsanalysen werden als Input die Wahrscheinlichkeiten und Verläufe extremer Wasserstände benötigt. Da die Datenlage im Bereich der Halligen mangelhaft ist, wurde am fwu ein 40-jähriger Wasserstands-Hindcast unter Verwendung der Software MIKE21 erstellt. Auf Basis der zuvor definierten Vorgehensweise zur statistischen Ermittlung extremer Wasserstände wurden univariate Statistiken entlang der gesamten Nordseeküste Schleswig-Holsteins erstellt und visualisiert. In der linken Abbildung sind exemplarisch Wasserstände mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit  $P_E = 0.01$  (Wiederkehrintervall von 100 Jahren) dargestellt. Ein Vergleich der Statistiken unter Verwendung der GPD (allgemeine Pareto Verteilung) ist in der rechten Abbildung dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Abweichungen zwischen den modellgenerierten- und den Beobachtungsdaten vernachlässigbar sind.



**Abbildung 1** Linke Abbildung: Wasserstände mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit  $P_E = 0.01$  (Wiederkehrintervall von 100 Jahren) entlang der Schleswig-Holsteinischen Küste. Rechte Abbildung: Vergleich der Wiederkehrintervalle am Pegel Hörnum auf Basis von Modelldaten und Beobachtungsdaten.

### **Schrifttum**

ARNS, A., WAHL, T., HAIGH, I.D., JENSEN, J., PATTIARATCHI, C. (in prep): Extreme sea level statistics: direct methods and recommendations.

NICHOLLS, R.J., (2004): Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: changes under the SRES climate and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change* 14 (2004) 69–86.

QUEDENS, G., (1992): Die Halligen. Breklumer Verlag, Breklum 1992

UNESCO: <http://www.unesco.de/welterbe-wattenmeer.html>