

Analyse von hochaufgelösten Tidewasserständen und Ermittlung des MSL an der deutschen Nordseeküste (AMSeL)

- Laufzeit:** 01.10.2007 bis 30.09.2010
- Koordinator:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen (jensen@fb10.uni-siegen.de)
- Bearbeitung:** Dr.-Ing. Torsten Frank, Dipl.-Ing. Thomas Wahl
Universität Siegen
Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu)
Paul-Bonatz-Str. 9-11
57076 Siegen
- Förderer:** Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (<http://www.bmbf.de>)
- Förderkennzeichen:** 03KIS068
- Fachliche Begleitung:** Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) (<http://kfki.baw.de>)

Einleitung / Ziele:

Die Tideverhältnisse und die Entwicklung der Wasserstände an der deutschen Nordseeküste wurden und werden über verschiedene Parameter (Extremwasserstände, Scheitelwerte, MThw, MTnw etc.) definiert und auf Basis langjähriger Beobachtung ausgewertet und der weiteren statistischen Zeitreihenauswertung bis hin zu Trendanalysen zugeführt. Dahingegen ist der Tideverlauf in seiner zeitlichen Abfolge von extremen Scheitelwerten sowie in den damit einhergehenden Verweildauern bestimmter Wasserstände noch zu wenig untersucht. Auch die Untersuchung des so genannten Mean Sea Levels (MSL) hat in Deutschland kaum Tradition, ist aber als Basiskomponente im Hinblick auf die zukünftige Einschätzung von Sturmflutrisiken und im Hinblick auf internationale Klimastudien, Meeresspiegelanstiegsszenarien und zum Abgleich mit entsprechenden Modellergebnissen sowie der Satellitenaltimetrie von enormer Bedeutung.

Im Forschungsprojekt AMSeL werden diese Fragen aufgegriffen und untersucht, in wie fern sich mögliche Trends auf die Verknüpfung mehrerer, hintereinander auftretender, extremer Tiden auswirken und ob zunehmend mit sehr langen Folgen von erhöht auflaufenden Tnw zu rechnen ist, welche die Binnenentwässerung behindern und weiterhin die Hauptlast des Wellenangriffs auf bisher weniger belastete und geschützte Küstenabschnitte richten. In diesem Zusammenhang besteht eine weitere Fragestellung darin, ob einzelne, hohe Sturmflutscheitel oder eher Ketten von erhöhten Sturmtiden die maßgebende Belastung für den Küstenschutz an repräsentativen Abschnitten darstellen.

Für die Analyse des Mean Sea Levels werden zunächst Verfahren und Methodiken untersucht, um einerseits homogene Datensätze aus aktuellen hochaufgelösten Tidedanglinien und historischen Scheitelwertzeitreihen erzeugen zu können und andererseits verschiedene parametrische und nicht-parametrische Funktionen zur Trendermittlung in den erstellten MSL-Zeitreihen untersucht.

Um hierbei möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, werden im Rahmen von AMSeL Tidewasserstände, sowohl zeitlich hochaufgelöst als auch Stunden- und Scheitelwerte, an einer Vielzahl repräsentativer Nordseepegel (siehe Abb. 1) ausgewertet.

Datengrundlage:

In der bisherigen Projektlaufzeit wurden für 18 Pegel (Abb. 1) insgesamt 1358 Jahre Beobachtungsdaten zusammengeführt; allerdings in unterschiedlicher zeitlicher Auflösung und Qualität. Zusammenführung, Prüfung auf Datenlücken, Inkonsistenzen verschiedener Datensätze, Bewertung der und Rückfragen zur Datenqualität einzelner Pegel nahm dabei großen Raum ein. Maßgebende Pegel innerhalb der gesamten Untersuchungsmenge wurden in Abstimmung mit der projektbegleitenden Gruppe bestimmt und hierfür besondere Anstrengungen unternommen, um für Detailuntersuchungen auch einige zurückliegende Jahre nachträglich hochauflösend zu digitalisieren; diese Auswertungen dauern noch an.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist hierbei die Abstimmung mit dem KFKI-Projekt IKÜS, sobald Teilauswertungen nicht relativ untereinander oder mit Pegelnull-Werten, sondern mit absolut referenzierten Werten durchgeführt werden sollen.

MSL – Methodiken und Beispiel-Ergebnisse:

Zunächst werden MSL- (sprich: Tidemittelwasser-) Zeitreihen aus hochaufgelöst vorliegenden Jahren und Tidehalbwasserzeitreihen aus weiter zurückliegenden Aufzeichnungen von Scheitelwerten generiert. Diese werden kombiniert, um möglichst lange und aussagekräftige MSL-Zeitreihen zu erhalten. Hierzu ist eine Überprüfung der Stationarität des ausgewerteten k-Faktors (LASSEN 1989) Voraussetzung. Liegt Instationarität vor, wird eine Anpassungsfunktion n-ter Ordnung zur Korrektur der Tidehalbwasserzeitreihe angewendet (WAHL, JENSEN und FRANK 2008, MUDERSBACH und JENSEN 2008).

Die erhaltenen MSL-Zeitreihen werden in der Folge sowohl mit parametrischen (lineare, quadratische und exponentielle Funktionen) wie mit nicht-parametrischen Verfahren (gleitender Mittelwert und gleitende lineare Trends jeweils über n-Jahre sowie singulärer Systemanalyse, SSA) weiter ausgewertet. In diesem Rahmen wurde ein neuer Ansatz, das sogenannte Monte-Carlo Autoregressive Padding (MCAP) entwickelt.

Verweilzeiten / Tideketten:

Von der Auswertung des MSL als Ruhewasserspiegel bzw. als Basis für alle weiteren Betrachtungen sollen die Auswertungen der Verweilzeiten und Tideketten zu Erkenntnissen des Verhaltens des Wasserstands bzw. der Bandbreite der Wasserstandsänderungen innerhalb einer Tide und über mehrere Tiden hinweg, führen. Die Untersuchungen beinhalten hierbei die Überschreitungsdauern verschiedener Wasserstände bzw. sogenannte Emersionskurven oder auch Wasserstandsdauerlinien, Verweilzeiten des Wasserstands auf gewissen Höhenstufen sowie Tideketten bzw. Folgen von erhöht auftretenden Thw oder Tnw (LÜDERS 1974, FÜHRBÖTER 1979, FRANK 2007).

Auch hier bedingen unterschiedliche Auswertemethoden verschieden hoch aufgelöste Wasserstands-information von Scheitelwerten bis hin zu Minutenwerten. Darüber hinaus vorbereitende Untersuchungen zur Einschätzung der Auswirkung des Wechsels der zeitlichen Auflösung von z.B. Minuten- auf Stundenwerte. Aktuell liegt der Schwerpunkt auf der Bestimmung verschiedener Charakterisierungs- und Parametrisierungsansätze von Verweildauer-Auswertungen, um die Ergebnisse eines Pegels in Bezug mit Nachbarpegeln, mit anderen Tideparametern (Scheitelhöhen) sowie zur zeitlichen Änderung am Pegelstandort selbst, setzen zu können. Hierbei kommt z.B. die Analyse der Zentralität um Modalwerte und die Betrachtung von Verweildauer-Histogrammen als bimodale Verteilung in Betracht.

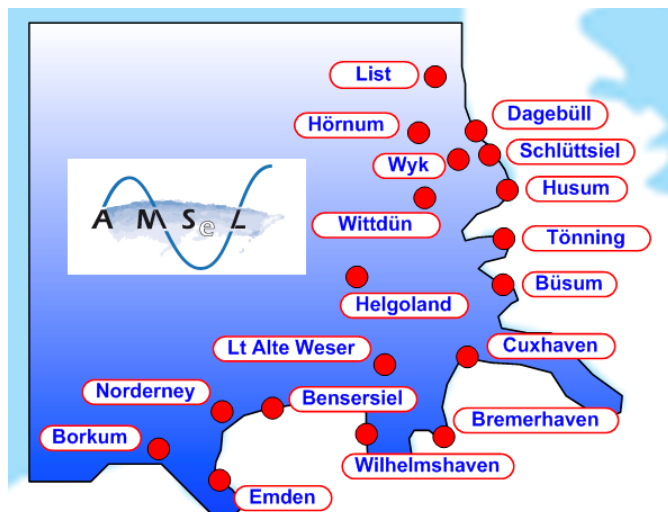


Abb. 1: Überblick über die im Projekt verwendeten Nordsepegel

Literatur:

FRANK, T.: Hochwassersicherheit in sielbeeinflussten Gewässersystemen am Beispiel des Bongsieler Kanals, Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen Heft 34, Dissertation, Dresden, 2007

FÜHRBÖTER, A.: Über Verweilzeiten und Wellenenergien, Mitteilungen des Leichtweiss-Instituts für Wasserbau, Heft 65, 1979

LASSEN, H.: Örtliche und zeitliche Variationen des Meeresspiegels in der südöstlichen Nordsee, Die Küste, 50, 65-96, 1989

LÜDERS, K.: Sturmtidenketten. Norderney: Forschungsstelle für Insel und Küstenschutz. (Sonderdruck aus dem Jahresbericht 1973, 25), 1974

MUDERSBACH, C. und JENSEN, J.: Non-stationarities in time series and its integration in extreme value statistics for risk management issues, Proc. of the 31st Int. Conf. on Coastal Engineering (ICCE), Hamburg, Germany, in press, 2008

WAHL, TH., JENSEN, J. und FRANK, T.: Changing Sea Level and Tidal Dynamics at the German North Sea Coastline, Proceedings of the Coastal Cities Summit 2008 – Values and Vulnerabilities, St. Petersburg, Florida, USA, 2008