

Mittelfristige Seegangmodellierung im Forschungsvorhaben MOSES Ergebnisse für das Norderneyer Seegat

Ralf Kaiser, Agnieszka Herman, Hanz Dieter Niemeyer

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Forschungsstelle Küste, Norderney
Email: ralf.kaiser@nlwkn-ny.niedersachsen.de

EINLEITUNG

Im Rahmen des vom BMBF finanzierten KFKI-Forschungsprojekts MOSES („Modellierungen des mittelfristigen Seegangsklimas im deutschen Nordseeküstengebiet“; 03 KIS 041) wurde auf Basis der im EU-Projekt HIPOCAS (Weiße, Feser, Günther 2003) für eine Dauer von 40 Jahren erstellten Datensätze für Wind, Wasserstände, Strömungen und Seegang durch Modellierung in drei ausgewählten Küstengebieten (Dithmarscher Bucht, Elbmündungsgebiet, Einzugsgebiet des Norderneyer Seegats) das mittelfristige Seegangsklima ermittelt. Die Mittelfrist-Zeitreihen in Küstengebieten ermöglichen sowohl eine verfeinerte Abschätzung der Eintrittshäufigkeiten kennzeichnender Seegangparameter im Küstengebiet und der Dauerbelastung von Bauwerken, als auch eine Rekonstruktion des Seegangs früherer Sturmfluten an der Küste. Der Datensatz kann auch als Ausgangspunkt für Untersuchungen hinsichtlich eines morphodynamisch repräsentativen Seegangs dienen.

TIDE- UND SEEGANGSMODELLIERUNG IM NORDERNEYER SEEGAT

Die Modellierung im Einzugsgebiet des Norderneyer Seegats wurde bei der Forschungsstelle Küste mit dem hydrodynamischen Modell Delft3D (Delft Hydraulics 2003) und mit dem spektralen Seegangmodell SWAN (Booij, Ris, Holthuijsen 1999) durchgeführt. Im Rahmen der Vorarbeiten zu dem Projekt wurde der Code der neuen parallelen Version des SWAN-Modells (TU-Delft 2004) modifiziert (Optimierung von Input/Output Routinen etc.), so dass eine für die mittelfristige Modellierung nötige Effizienz des Modells erreicht wurde.

In einer mehrmonatigen Testperiode (Sep-Nov.2002) wurden die Modellierungsergebnisse sowohl mit den gemessenen Daten als auch mit den von GKSS mit dem k-Modell erstellten Zeitreihen verglichen. Dadurch wurde festgestellt, dass die beiden Modelle in der Lage sind, wesentliche Parameter des Seegangs in den untersuchten Gebieten naturähnlich zu reproduzieren.

Das Hauptaugenmerk des Projektes konzentrierte sich antragsgemäß auf die Erstellung der eingangs erwähnten 40-jährigen Datensätze. Infolge einer sehr hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung, die zur Tide- und Seegangmodellierung im Untersuchungsgebiet Norderneyer Seegat erforderlich ist und der dabei erwarteten erhebliche Redundanz wurde auf eine vollständige Modellierung der 40-Jahres-Zeitreihen mit dem hydronumerischen und dem Seegangmodell Delft3D/SWAN verzichtet und eine Methode entwickelt, aus den modellierten Datensätzen von 4 Jahren und den HIPOCAS-Randbedingungen über Hauptkomponentenanalyse und neuronale Netze die Gesamtzeitreihen zu ermitteln. Umfangreiche Kontrollen und statistische Analysen zeigten, dass das im Projekt entwickelte Verfahren zuverlässig ist und auch für weitere Vorhaben eingesetzt werden kann (Herman et al. 2007a,b).

Ergebnisse

1. Der HIPOCAS-Datensatz ist für mittelfristige statistische Seegangsuntersuchungen im Küstenvorfeld von Norderney eine belastbare Grundlage. Er liefert geeignete Randbedingungen für entsprechende kleinräumige Seegangmodellierungen im Küstengebiet.
2. Das Seegangmodell SWAN kann die zeitliche und räumliche Variabilität des Seegangs in dem durch Tide, komplizierter Topographie und Wind geprägten Einzugsgebiet des Norderneyer Seegats zuverlässig reproduzieren. Mit dem hydrodynamischen Modell Delft3D lassen sich die für das Einzugsgebiet des Norderneyer Seegats typischen Phänomene des Wasseraustausches naturähnlich nachbilden.
3. Auf der Grundlage der HIPOCAS-Randbedingungen und der Daten des DWD-Windatlas kann für das See- und Wattengebiet von Norderney mit gekoppelter SWAN/Delft3D-Modellierung ein statistisch repräsentatives Seegangsklima erstellt werden.

4. Das im Rahmen des Projektes MOSES entwickelte Verfahren zur Erstellung der 40-Jahre-Datensätze für die Wasserstände, Strömungen und Seegangparameter (signifikante Wellenhöhen, Energieperioden und mittleren Wellenrichtungen) ist in der Lage sehr effizient und mit hoher Genauigkeit die Ergebnisse der Delft3D- und SWAN-Modellierung zu reproduzieren. Das Verfahren ist in der Lage, für die Zeitabschnitte, für die aus Zeitgründen keine numerischen Modellierungen vorgenommen werden konnten, die für die Ziele des Forschungsvorhabens — für mittelfristige statistische Untersuchungen des Strömungs- und Seegangsklimas im Norderneyer Seegat und seiner Umgebung — notwendigen Daten hinreichend genau zu bestimmen.
5. Es konnte gezeigt werden, dass der MOSES-Datensatz eine wertvolle Datengrundlage für die morphodynamische Modellierung im Untersuchungsgebiet darstellt. Die statistische Verteilung zahlreicher für morphodynamische Modellierung nutzbarer Seegangparameter (z.B. Hs/h oder die Orbitalgeschwindigkeiten am Boden) wurde für jeden Punkt bestimmt.
6. Es wurde am Beispiel früherer Sturmfluten festgestellt, dass die MOSES-Input-Daten keine belastbare Grundlage für die Rekonstruktion von Stürmen Wasserständen, Strömungen und des Seegangs für Extremereignisse darstellen. Für die Rekonstruktion von Extremereignissen müssen andere Datenquellen als Randbedingungen gesucht werden.

Literatur

- Booij, N., Ris, R.C., Holthuijsen, L.H. 1999. A third-generation wave model for coastal regions. 1. Model description and validation. *J. Geophys. Res.*, 104, C4, 7649–7666.
- Delft Hydraulics, 2003. User manual of Delft3D-FLOW: Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments, 497 pp.
- TU-Delft, 2004. SWAN Cycle III version 40.41, user's manual. Delft University of Technology, 115 pp.
- Verboom, G.K., Ronde, J.G., Dijk, R.P., 1992. A fine grid tidal flow and storm surge model of the North Sea. *Continental Shelf Research*, 12 (2/3), 213-233.
- Weiß, R., Feser, F., Günther, H. 2003. Wind- und Seegangsklimatologie 1958–2001 für die südliche Nordsee basierend auf Modellrechnungen. GKSS Forschungszentrum Report 2003/10, 38 pp.

Bisherige internationale Veröffentlichungen zum Projekt (begutachtet durch Schiedsrichter)

- Herman, A. 2007a. Numerical modelling of water transport processes in partially-connected tidal basins. *Coastal Engineering*, Volume 54, Issue 4, 297-320. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2006.10.003>
- Herman, A., 2007b. Nonlinear principal component analysis of the tidal dynamics in a shallow sea. *Geophys. Res. Lett.*, Vol 34. <http://dx.doi.org/10.1029/2006GL027769>
- Herman, A., Kaiser, R., Niemeier, H. D. 2007a. Modelling of a medium-term dynamics in a shallow tidal sea, based on combined physical and neural network methods. *Ocean Modelling*, Volume 17, Issue 4, 277-299. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocemod.2007.02.004>
- Herman, A., Kaiser, R., Niemeier, H. D. 2007b. Medium-term wave and current modelling for a mesotidal wadden sea coast. *Proc. 30th Int. Conf on Coastal Eng.*, 628-639. http://dx.doi.org/10.1142/9789812709554_0054