



Editorial

Küstenforschungsagenda für Nord- und Ostsee

Küsten- und Meeresökosysteme unterliegen seit jeher einem steten Wandel – zum Teil auch raschen Veränderungen. Über das bekannte, natürliche Maß hinaus werden seit einigen Jahrzehnten die vom Menschen gemachten Veränderungen immer deutlicher sichtbar. Diese Veränderungen finden auf allen Ebenen statt, bis hin zu globalen Verschiebungen atmosphärischer Transporte, Erwärmung des Meerwassers und Meeresspiegelanstieg.

Es gilt als gesichert, dass das Ausmaß der bisherigen Nutzungen zukünftig weiter zunehmen und zusammen mit neuen Nutzungsformen den Druck auf die marine Umwelt und die Ressourcen der Meere erhöhen wird. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass sich der von Menschen beeinflusste Klimawandel immer stärker auswirkt. Bereits jetzt zeichnen sich in den Ökosystemfunktionen der Küstenmeere Veränderungen ab, deren Konsequenzen heute nur vage abgeschätzt werden können. Es besteht daher aktueller Forschungsbedarf, um die vielseitigen Wechselwirkungen zu erfassen und um darüber verlässliche Prognosen zur Unterstützung bei anstehenden Entscheidungsprozessen geben zu können.

In Anbetracht dessen wird im Rahmenprogramm "Forschung für Nachhaltige Entwicklungen" (2010-2015) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) die deutsche Küste als eine von weltweit vier Schwerpunktregionen der Erdsystemforschung benannt, in denen die Folgen des Globalen Klimawandels besonders schnell und/oder besonders spürbar zu Tage treten. Das BMBF hat sich daher entschlossen, in diesem Forschungsbereich die Projektförderung zu intensivieren und als eine förderpolitische Grundlage hierzu die "Küstenforschungsagenda für die Nord- und Ostsee" aufzustellen. An der Erarbeitung der Agenda waren die maßgeblichen wissenschaftlichen Organisationen und Einrichtungen, einschließlich Ressortforschungseinrichtungen des Bundes und der Länder, beteiligt.

Übergeordnetes Ziel der Forschungsförderung im Rahmen der "Küstenforschungsagenda für Nord- und Ostsee" ist die Schaffung wissenschaftlicher Grundlagen für die zukunftsfähige Nutzung der natürlichen Ressourcen in den Küstenregionen dieser Meeresgebiete. Die Ergebnisse der Forschungsprojekte sollen die Umsetzung nationaler und europäischer Meeresschutzpolitiken in den deutschen Küstenmeeren unterstützen. So wird unter anderem der Erkenntnis Rechnung

getragen, dass der Meeresschutz ein vorrangiges gesellschaftliches Interesse darstellt.

Entsprechend den Zielen der Küstenforschungsagenda werden wissenschaftliche Beiträge zu den folgenden vier übergeordneten Leitlinien gefördert:

1. Wissen schaffen zur Nutzung und zum Erhalt von Ökosystemdienstleistungen der Küstengebiete von Nord- und Ostsee unter Berücksichtigung der wachsenden Nutzungsanforderungen und des Klimawandels.
2. Verbesserung der Abschätzbarkeit von Auswirkungen des globalen Wandels auf die Küstenökosysteme sowie der Prognosefähigkeit mit Hilfe eines modularen Modellsystems Küstenmeer.
3. Schaffen von wissenschaftlichen Grundlagen zur Unterstützung des Aufbaus von Infrastrukturen in der Küstenzone vor dem Hintergrund skalenübergreifender Variabilität.
4. Unterstützende Forschung für die wirksame Umsetzung integrierter Meeresschutzpolitik auf nationaler wie auf europäischer Ebene, um optimale Bedingungen für eine nachhaltige Nutzung der Ozeane und der Meere zu schaffen und gleichzeitig Wachstum in der maritimen Wirtschaft und in den Küstenregionen zu ermöglichen.

Die integrative und querschnittorientierte Küstenforschungsagenda vervollständigt das Portfolio des BMBF zur Erforschung der Küstengewässer, die sich bislang auf drei Bereiche konzentrierte:

- Das internationale Fördernetzwerk BONUS zur Ostseeforschung der acht Anrainerstaaten mit Unterstützung der EU-Kommission,
- die Fördermaßnahmen des Kuratoriums für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) und
- die bilateralen Kooperationen in der Küstenforschung mit ausgewählten Industrie- und Schwellenländern.

Flankierend zu diesen Aktivitäten ist eine deutsch-niederländische Ausschreibung zur bilateralen Wattenmeerforschung erfolgt.

Die erste Förderbekanntmachung zur Umsetzung der Küstenforschungsagenda wird im Dezember 2011 erfolgen.

Andreas Irmisch | Projektträger Jülich | Geschäftsbereich System Erde, Schifffahrt und Meerestechnik
Seestraße 15 | 18119 Rostock-Warnemünde | a.irmisch@fz-juelich.de

Küsten 2021 - Gesellschaftliche Relevanz von Umweltveränderungen als Herausforderung für die Deutsche Küstenforschung

Dr. Dietmar Kraft

Institut für Chemie und Biologie des Meeres,
Oldenburg

Unter diesem Titel veranstaltete der Nordwest-Verbund Meeresforschung e.V. (NWVM) vom 14. bis zum 16. November 2011 einen interdisziplinären Workshop. Über siebzig Fachleute aus Forschung und Verwaltung diskutierten in fünf Themenblöcken Aktionspunkte der Küstenforschung der kommenden zehn Jahre.

Die Küste ist ein Hot-Spot des globalen Wandels. Darüber waren sich alle in der inspirierenden Umgebung des Hanse-Wissenschaftskollegs einig. Zwischen Land und Meer finden sich weltweit die höchsten Bevölkerungsdichten, die intensivsten Nutzungen und die deutlichsten Umweltveränderungen.

Auch auf die deutschen Küstenzonen nimmt der Nutzungsdruck stetig zu. Der Ausbau von Häfen und die damit einhergehenden Flussvertiefungen, der Wandel des Klimas und der Meeresspiegelanstieg, Offshore-Windparks und Weltnaturerbe: die Notwendigkeit für ein integriertes Management der Küsten ist offensichtlich. Im Spannungsfeld von globalisiertem Handel und lokalen Auswirkungen des Klimawandels ist Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit erklärtes Ziel einschlägiger Richtlinien.

Deutliche Umweltveränderungen und zunehmender Nutzungsdruck betreffen das Wohlfühl- und Sicherheitsbedürfnis der Bevölkerung, und haben somit unmittelbare Folgen für die Gesellschaft. Beobachtung, Analyse und Bewertung der Veränderungen in den Küstengebieten und deren kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen sind somit eine der zentralen gemeinsamen Aufgaben der Küstenforschung in Deutschland für die kommende Dekade.

In Zukunft noch intensiver in gemeinsamen Arbeitsgruppen und an konkreten Themen Disziplinen und Institutionen übergreifend zusammen zu arbeiten, ist ein wesentlicher Action-Point des Workshops Küsten 2021. Eine noch engere Kooperation von

Forschungseinrichtungen und zuständigen Behörden vor Ort erscheint den Teilnehmerinnen und -teilnehmern unerlässlich.

Der Workshop hat Wissenschaft und Verwaltung eine offene und sehr konstruktive Diskussionsplattform geboten. In einem weiten Spektrum konnten die wissenschaftlichen, fachlichen und auch gesellschaftlichen Herausforderungen der Entwicklung der Deutschen Bucht erörtert werden. Die Themen reichten von morpho- und hydrodynamischen Eigenschaften der Küsten über die Mechanismen der Biodiversität insbesondere der Watten bis hin zu Nähr- und Schadstoffen in den Küstengewässern. Diskutiert wurden dabei auch die konkreten methodischen Bedürfnisse des Umweltmanagements. Anhaltend wichtig erscheinen zudem moderne Infrastrukturen für den Austausch der meistens verteilt vorliegenden Daten aus Forschung und Monitoring – und verlässlich gepflegte Metadaten. Besonders intensiv wurde das Wechselspiel Küste und Gesellschaft erörtert. Dem Thema Küstenforschung wurde eine äußerst hohe gesellschaftliche Relevanz attestiert.

Das Organisationsteam um Karen Wiltshire vom Alfred-Wegener-Institut auf Helgoland, Hildegard Westphal vom Zentrum für Marine Tropenökologie in Bremen und Dietmar Kraft vom Institut für Chemie und Biologie des Meeres am Standort Wilhelmshaven sind bemüht, die vielgestaltigen Ergebnisse des Treffens baldmöglichst zu dokumentieren und zu einer Broschüre mit Action-Points der Küstenforschung bis 2021 zu verdichten. Über die Webseite des Nordwest-Verbundes

www.nwv-meeresforschung.de

werden in Kürze weitere Informationen verlinkt. Bereits für Frühjahr 2012 ist ein weiterer Workshop in Vorbereitung, der den Themen der Ressortforschung breiten Raum geben wird.

Der Nordwest-Verbund Meeresforschung e. V. ist ein Zusammenschluss von Meeresforschungseinrichtungen in den Ländern Bremen und Niedersachsen. Der NWVM versteht sich dabei – in enger Kooperation mit dem Konsortium Deutsche Meeresforschung KDM – als offene Plattform, die Forscherinnen und Forschern im Nordwesten national, europaweit wie international vernetzt, den Wissenstransfer unterstützt und einen zentralen Ansprechpartner für Verwaltung, Wirtschaft und Öffentlichkeit in der Region darstellt.

OPTEL (03KIS069)

Entwicklung eines operationellen Tideelbmodells auf der Basis des hydrodynamisch-numerischen Modellverfahrens (BSHcmod) für die Nord- und Ostsee

Dr. Sylvin H. Müller-Navarra

Ingrid Bork

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie,
Hamburg

Einleitung

Vornehmlich zur Verbesserung der Wasserstandsvorhersagen in der Unterelbe wurde unter Federführung des Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) zusammen mit Hamburg Port Authority (HPA), Deutscher Wetterdienst (DWD) und Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojektes OPTEL (Förderkennzeichen 03KIS069–72) ein neues drei-dimensionales Modell der Elbe von Bleckede bis zur Mündung entwickelt. Projektlaufzeit war April 2008 bis März 2011. Mit OPTEL schafft das BSH eine wichtige Voraussetzung für einen effizienten Einsatz von tiefgehenden Schiffen wie Container- und Massengutfrachter, die Fahrtzeiten und -wege genauestens planen müssen, wenn sie gezeitenabhängige Häfen unter Ausnutzung des maximal möglichen Tiefgangs ansteuern. Aber auch bei Bauvorhaben, für den Kraftwerksbetrieb, die Wasserbewirtschaftung und den Katastrophenschutz bei Sturmfluten sind gute Vorhersagen der wichtigsten hydrologischen Größen von Bedeutung. Das gilt auch für Manöver sehr großer Schiffe im Hafen, bei denen detaillierte Kenntnisse der tideabhängigen Strömungsverhältnisse wichtig sind.

Das Modell

Das BSH entwickelt und benutzt seit vielen Jahren operationelle numerische Modelle (BSHcmod) der Nord- und Ostsee und der Deutschen Bucht zur Vorhersage von Wasserstand und Strömung und anderer physikalischer Größen. Nun ist dieses System um ein interaktiv an das bestehende Nordseemodell gekoppeltes Unterelbmodell ergänzt worden (Tabelle 1). Bei der interaktiven Anbindung der Tideelbe an die Deutsche Bucht waren einige inhaltliche Hürden numerischer Art zu meistern. Zunächst musste eine interne Umorganisation des Quellcodes BSHcmod

Modellgebiet	Untereibe	Deutsche Bucht	Nordsee, Ostsee	Nordstatlantik
Horizontale Koordinaten	φ, λ			
Gitterabstand	~90 m	~900 m	~5 000 m	~10 000 m
Vertikale Koordinaten	allgemein			
Anzahl Schichten	7	25	36	1
Anzahl Volumenelemente	397 157	1 117 390	643 922	26 424
Kopplung an äußeres Gebiet	beidseitig	beidseitig	einseitig	offener Rand
Prognostische Variablen	$v, \Delta z, T, S, v_{ice}, \Delta z_{ice}$			$v, \Delta z$
Anfangswerte	Kaltstart 2010	Kaltstart 1992	Kaltstart 2008	
Gezeitendarstellung	direkt und Mitschwingungszeiten			keine
Gitternetz	Arakawa-C			
Zeitintegration	explizit			
Ausnahme (implicit)	vertikaler Austausch			-
Oberwasser	stündlich für deutsche Flüsse, täglich für andere			
Meteorologische Eingabegrößen	$V_{air}(10m), P_{air}, T_{air}, Q_{air}, C_{air}$			$V_{air}(10m), P_{air}$
Schubspannungskoeffizient	$0,63 \cdot 10^{-2} + 0,066 v_{air}(10m) $			
Schubspannungskoeffizient unterm Eis	eisabhängig			-
Programmiersprache	FORTRAN 90			
Betriebssystem	UNIX			

Tabelle 1:
Einige gebietsspezifische Charakteristika der Modellgebiete und des numerischen Verfahrens

erfolgen, damit barotrope und barokline Zeitschritte gesondert festgesetzt werden können. Sodann wurde die numerische Einbindung der Staustufe Geesthacht erforderlich, denn diese ist in ihrer Höhe einstellbar und wird bei schweren Sturmfluten und großen Oberwassermengen zur Entlastung heruntergefahren. Die Staustufenfunktion musste vollständig neu entwickelt werden, und zwar so, dass die Transportalgorithmen weiter funktionieren. Auf den ersten Blick trivial erscheint es, dass mit Einbindung eines Flusses dessen Sohlhöhe das ungestörte Modellniveau des Meeresspiegels schneidet. Aber auch hier waren Quelltextanpassungen zur Schaffung der Allgemeingültigkeit erforderlich. Letztlich konnte das Verfahren rechtzeitig (Ende 2010) während der Projektlaufzeit in den Vorhersagemodus überführt werden, und einige täglich aktualisierte Ergebnisse sind seitdem auf der Projektseite im Internet zu sehen (Abbildung 1 und 2).

Zur Nutzung des neuen Modells

Damit war im Projekt Zeit gewonnen für einige grundsätzliche Überlegungen hinsichtlich der sinnvollen Nutzung des Modellvorhersagesystems. Im Grunde handelt es sich bei numerischen Vorhersagemodellen um eine virtuelle Parallelwelt, die es uns gestattet, ein klein wenig in die Zukunft zu schauen. Im Falle von OPTEL beträgt die Vorhersagezeit weniger als 24 h; bei größeren Computerkapazitäten ist das grundsätzlich ausbaubar. Der Blick in die Zukunft ist aber nicht so einfach. Modellergebnisse (direct model output, DMO) können nicht ohne Nachbearbeitung übernommen werden, denn Modelle weisen immer auch systematische Fehler auf. Im Falle

des Elbmodells liegen z.B. die berechneten Niedrigwasserhöhen im Mittel deutlich über den gemessenen. Offensichtlich wird die Flachwasserdynamik unzureichend wiedergegeben. Werden Punktvorhersagen angestrebt, also z.B. die Wasserstände an Stützstellen entlang einer Fahrrinne, helfen Verfahren der Modellausgabe-Statistik (Model Output Statistics, MOS), die schon lange in der Wettervorhersage genutzt werden, um Vorhersagen objektiv zu korrigieren. Mittlerweile ist der Nachweis erbracht, dass dieses auch für Wasserstände in der Elbe funktioniert, indem u. a. intensiv von aktuellen Pegelmessungen Gebrauch gemacht wird (Müller-Navarra & Knüppfer, 2010). Sogar der Fehlererwartungswert kann zeit- und tidephasenabhängig vorhergesagt werden, was wiederum eine Anwendung in der Tidefensterproblematik ermöglicht.

Auch die Strömungen aus dem Unterelebmodell wurden bereits punktuell ausgewertet und in Form von Gezeitenstromtabellen in die amtlichen Karten für die Sportschifffahrt "Die Elbe bis Hamburg" eingearbeitet (Anonymus, 2011).

Wie sieht es mit einer örtlichen Korrektur systematischer Fehler anderer physikalischer Größen aus? Die Größen Temperatur und Salzgehalt konnten bisher nur sporadisch mit Punktmessungen verglichen werden. Daher kann über systematische Abweichungen keine Aussage gemacht werden. Die Eisdynamik wird seit dem letzten Winter für das operationelle Modell des BSH kontinuierlich mit Daten verglichen. Für die Elbe warten wir auf den nächsten Winter.

Ganz sicher ist es noch ein weites Feld, die Vorhersagen – oder besser die Informationen aus der

virtuellen Parallelwelt – sinnvoll zu nutzen. Hier sind etwaige Nutzer der Modellergebnisse aufgerufen, mit neuen, guten Ideen die verborgenen Schätze aus den Modelldatensätzen zu heben. Nach weiteren technischen Maßnahmen für den operationellen Betrieb des Elbmodells werden die aktuellen Vorhersagedaten allen Fachbehörden der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes sowie Fachbehörden der Länder auf einem BSH-Server zur Verfügung gestellt.

Die Erfahrungen aus der Entwicklung und dem Betrieb des Tideelbmodells sowie die IT-Verfahren können nach Abschluss des Projektes auf andere Ästuarie übertragen werden.

Empfehlung für den weiteren Betrieb des hier vorgestellten Elbmodells

Als zusätzliche Variante wird am BSH eine Entkopplung des Elbmodells aus dem vorgestellten Modellsystem diskutiert. Die Autoren betrachten dagegen die seit Ende 2010 im Vorhersagemodus betriebene, beidseitig und interaktiv gekoppelte Vollversion als sachgerechte Lösung für den weiteren operationellen Betrieb.

Danksagung

Der Projektkoordinator des Gesamtprojekts OPTEL möchte nicht versäumen, Herrn Dr. Blum vom Projektträger Jülich (PTJ) des BMBF für die finanzielle Förderung zu danken. Ein weiterer Dank geht an die Projektbegleitende Gruppe des KFKI, der wir – die Teilprojektleiter und die Projektmitarbeiter – sehr viele substantielle Diskussionen zu verdanken haben. Herrn Dr. Kleine (BSH) danken wir für fundierte Lösungsvorschläge zu numerischen Problemen, ohne die das Projekt deutlich weniger erfolgreich gewesen

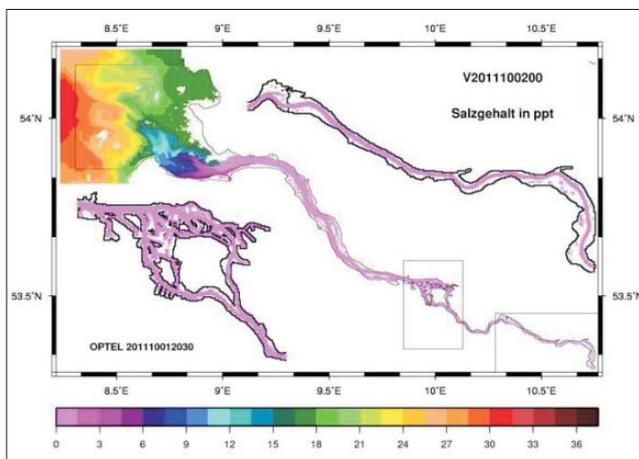


Abbildung 1:
Salzgehalt [g/kg] in der Oberflächenschicht, vorhergesagt für den 02.10.2011, 0:00 UTC.

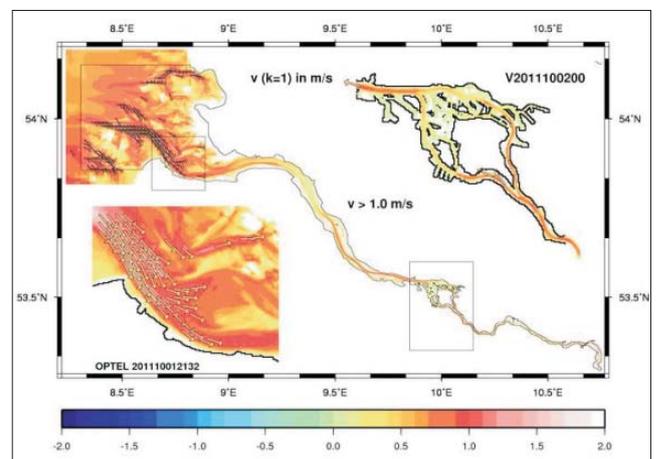


Abbildung 2:
Oberflächenströmung [m/s; zusätzlicher Pfeil bei $v > 1$ m/s] in der Oberflächenschicht, gleicher Zeitpunkt wie Abb. 1.

wäre. Für wertvolle hydrologische Hinweise zur Elbe oberhalb der Staustufe Geesthacht danken wir besonders Fr. S. Rademacher von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BFG) und Fr. U. Behnken vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR). Messdaten für die Verifikation des Modells haben das WSA Cuxhaven und HPA beigesteuert. Dem Land Brandenburg sei gedankt für die laufende Übertragung der Wassertemperatur von der Messstation Cumlosen, die als obere Randbedingung benötigt wird.

Literatur

Anonymus (2011): Die Elbe bis Hamburg. 13 Kartenblätter für die Sportschifffahrt. BSH Nr. 3010, Hamburg.

Dick, S., Kleine, E., Müller-Navarra, S. H., Klein, H., Komo, H. (2001): The Operational Circulation Model of BSH (BSHcmod) – Model description and validation. Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie 29, 49 S.

Kleine, E. (1994): Das operationelle Modell des BSH für Nordsee und Ostsee – Konzeption und Übersicht. BSH Hamburg, 126 S.

Müller-Navarra, S. H., Bork, I. (2010): Development of an operational Elbe tidal estuary model. In: Jane McKee Smith, Patrick J. Lynett (Ed.) Proceedings of the 32nd International Conference on Coastal Engineering ICCE 2010, Shanghai, China.

Müller-Navarra, S. H., Knüpfner, K. (2010): Improvement of water level forecasts for tidal harbours by means of model output statistics (MOS) – Part I (Skew surge forecast). Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie 47. 22 S.

extremen Wind- und/oder Oberwassersituationen Vorhersagen von gleicher Qualität zur Verfügung stellt. Bei der Konzeption des Vorhersagesystems aus Atmosphäre, Nordsee und Tideelbe wurde beachtet, dass eine Übertragung des Vorhersagesystems auf die Ästuarie von Jade-Weser und Ems jederzeit möglich ist.

Grundlage des Vorhersagemodells-Elbe von der Bundesanstalt für Wasserbau ist das drei-dimensionale hydrodynamisch numerische Modell UnTRIM (V. Casulli and R. A. Walters, 2000 bzw. BAW, 2004). Das mathematische Verfahren UnTRIM eignet sich besonders für Anwendungen in geometrisch komplexen Ästuaren wie der Untereelbe mit regelmäßigem Überfluten und Trockenfallen der Wattflächen. Das von UnTRIM verwendete unstrukturierte orthogonale Gitter ermöglicht z.B. eine detaillierte Darstellung des Hamburger Hafens (siehe Abbildung 5). Die Kantenlängen der Gitterzellen variieren im BAW-Vorhersagemodell-Elbe zwischen 12 m und 1130 m und die vertikale Auflösung beträgt 2 m.

Das BAW-Vorhersagemodell für die Tideelbe erhält Informationen über den vorhergesagten Wind über der Elbe aus dem Wettervorhersagemodell COSMO-EU des Deutschen Wetterdienst (DWD). Am seeseitigen Rand zur Nordsee werden Wasserstands- und Salzgehaltsvorhersagen aus dem Vorhersagemodell BSHcmod des BSH vorgegeben. Als Abfluss für den Vorhersagezeitraum wird die letzte verfügbare Abflussmessung in Neu Darchau von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) verwendet. Die vom BAW-Vorhersagemodell-Elbe benötigten Schnittstellen zu den genannten Randwerten sind in OPTEL-C in enger Zusammenarbeit mit OPTEL-A und OPTEL-B entwickelt worden.

Zur Kalibrierung und Validierung des BAW-Vorhersagemodells-Elbe stehen Messungen von Wasserstand, Strömung und Salzgehalt entlang des Ästuariums sowie Randwerte für sechs Szenarien (SZ) aus den Jahren 2006, 2007 und 2008 zu Verfügung. Die Wasserstandsrandwerte stammen zum einen aus Messungen und zum anderen aus dem Vorhersagemodell BSHcmod des BSH. Die Salzgehaltsrandwerte werden aus den Vorhersagen von BSHcmod entnommen. Der Wind wird aus den jeweils ersten 12 Vorhersagestunden (COSMO-EU) zusammengesetzt. Die sechs von OPTEL-D ausgewählten Szenarien beinhalten unterschiedliche meteorologische und hydrologische Situationen, wie mittlere Verhältnisse (SZ1), Sturmfluten (SZ5, SZ6), oder sehr hohe (SZ2,

OPTEL C (03KIS071)

Entwicklung eines operationellen Tidemodells der Elbe sowie einer Modellkopplung mit dem BSH-Vorhersagemodell der Nordsee

Dr. Christine Kremp

Dr. Elisabeth Rudolph

Bundesanstalt für Wasserbau, Hamburg

Im Rahmen des Projektes OPTEL-C wurde das BAW-Vorhersagemodell-Elbe entwickelt, das eine operationelle Wasserstands-, Strömungs- und Salzgehaltsvorhersage für die Tideelbe ermöglicht, die auch bei

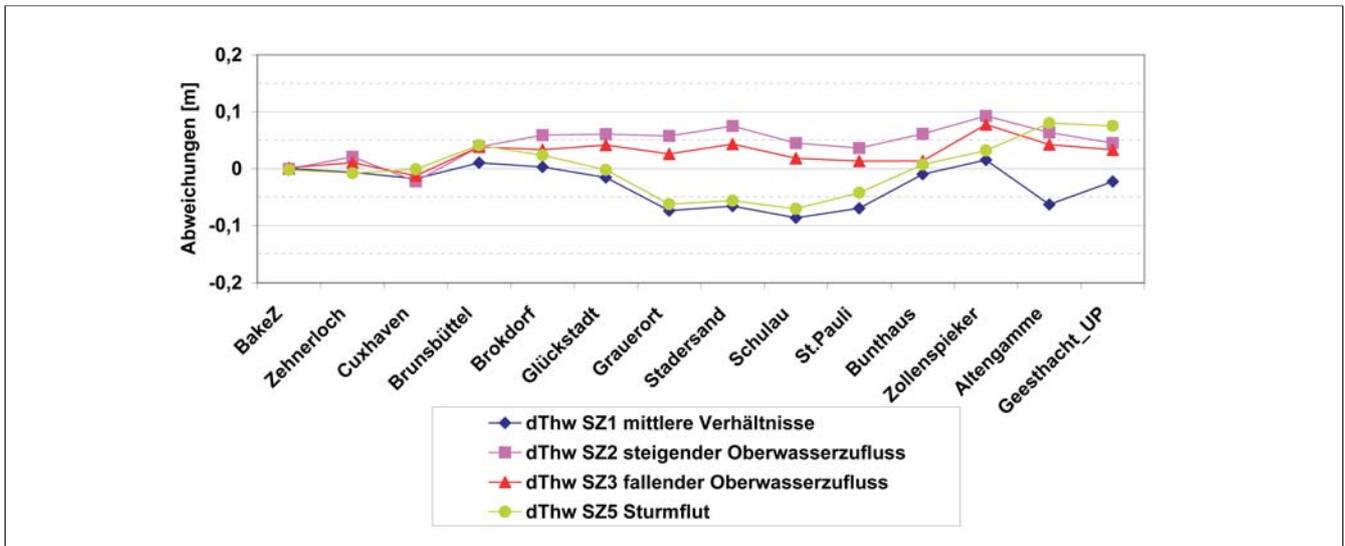


Abbildung 1:
Mittelwert der Differenz aus gemessenen und vorhergesagten Thw für vier Szenarien in 2006. Zur Randwertgenerierung des Wasserstandes wurde die Messung Bake Z verwendet.

SZ3) bzw. sehr niedrige Oberwasserzuflüsse (SZ4). Der Vergleich von Messung und Vorhersage für die sechs Szenarien zeigt die Bedeutung der Randwerte (Wasserstand am seeseitigen Rand und Wind über Nordsee und Elbe) für die Güte der Vorhersage entlang des Ästuars. Wird die Vorhersage der Szenarienzeiträume mit Messungen des Wasserstandes angetrieben, so werden die Tidehochwasser (Thw) entlang der Elbe auf ± 10 cm (Abbildung 1) und die Tideniedrigwasser (Tnw) entlang der Elbe auf ± 40 cm vorhergesagt. Bei Sturmflut (SZ5) verbessert sich die Vorhersage der Scheitelwasserstände entlang der Elbe durch den Einsatz der von OPTEL-B bereitgestellten WAsP-Korrekturfaktoren zur Regionalisierung der Windfelder im BAW-Vorhersagemodell-Elbe. Der Vergleich zwischen modellierten und gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten zeigt eine gute Übereinstimmung sowohl für die Zeitpunkte der Stromkenterung als auch den Strömungsverlauf in Flut- und Ebbephase (siehe beispielhaft Abbildung 2, SZ2 bei D2-Juelssand). Die modellierten Salzgehalte wurden für die Szenarienzeiträume ebenfalls mit Messungen verglichen. Abbildung 3 zeigt den Vergleich bei Cuxhaven für SZ5. Die Zunahme des Salzgehaltes im Sturmflut-zeitraum 31. Oktober/ 1. November 2006 sowie die Abnahme nach der Sturmflut ist sowohl in der Messung als auch im Modellergebnis zu sehen. Der vollständige Vergleich der Modellergebnisse mit Messungen ist im Abschlussbericht OPTEL-C (C. Kremp und E. Rudolph, 2011) dargestellt.

Das BAW-Vorhersagemodell-Elbe läuft seit Januar 2011 ununterbrochen im präoperationellen Betrieb auf dem Rechner des BSH und erzeugt jeden Tag auf der Grundlage der Vorhersagen von BSHcmod und COSMO-EU eine räumlich und zeitlich hochaufgelöste Vorhersage für Wasserstand, Strömung und Salzgehalt für die Tideelbe. Zur Randwertaufbereitung und Vorhersage der nächsten 24 Stunden benötigt das BAW-Vorhersagemodell-Elbe derzeit auf dem Rechner des BSH 3 Stunden. Mit diesem Rechenzeitaufwand hat das Vorhersagemodell das Potential, mehr als einmal pro Tag aktualisierte Vorhersagen mit aktualisierten Randwerten zu erzeugen.

Abbildung 4 zeigt beispielhaft für die Elbmündung die Vorhersage des oberflächennahen Salzgehaltes für den 15. Oktober 2011 9:30 UTC (Thw bei Cuxhaven

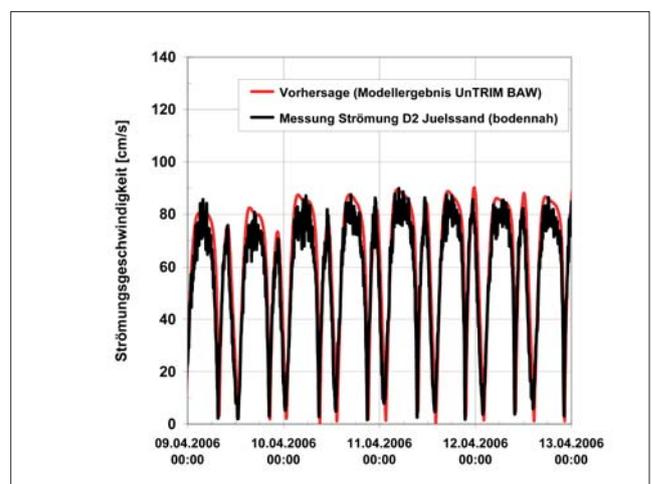


Abbildung 2:
Vergleich der bei D2 (Juelssand) in 1,1 m über Grund gemessenen und modellierten Strömungsgeschwindigkeit (SZ2, steigender Oberwasserzufluss).

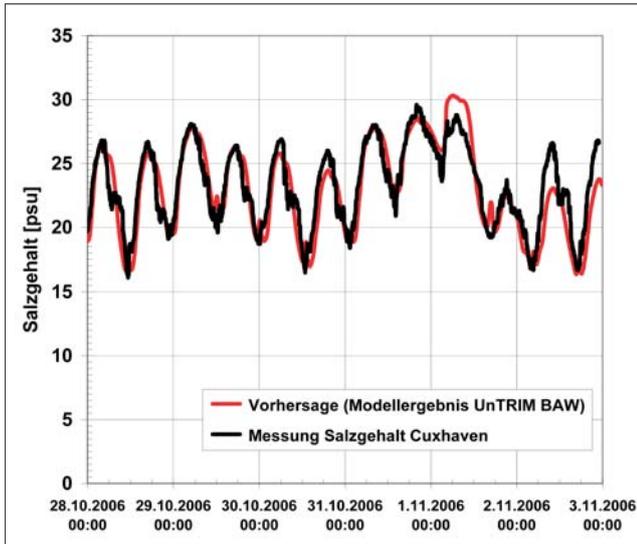


Abbildung 3:
Vergleich des bei Cuxhaven gemessenen und modellierten Salzgehaltes für SZ5 (Sturmflut 1. November 2006)

10:00 UTC). Mit dem Flutstrom wird salzreiches Wasser besonders in der tiefen Fahrrinne stromauf transportiert. Abbildung 5 zeigt für den gleichen Vorhersagezeitpunkt die oberflächennahe Strömungsgeschwindigkeit im Hamburger Hafen. Ca. eine Stunde nach Ebbestromkenterung in St. Pauli erkennt man noch Ebbestromung im südlichen Hafen sowie den einsetzenden Flutstrom im nördlichen Hafenbereich. Die präoperationelle Phase wird bis zum Ende des Jahres 2011 fortgesetzt. Nach der gemeinsamen Auswertung und Bewertung der Vorhersageergebnisse für die Elbe durch BSH und BAW wird gemeinsam über den Übergang des BAW-Vorhersagemodell-Elbe in den operationellen Betrieb entschieden werden.

Die bisherigen Vorhersageergebnisse des BAW-Vorhersagemodells-Elbe aus dem präoperationellen Betrieb zeigen entlang der Elbe, wie aus den Ergebnissen für den Kalibrierungs- und Validierungszeitraum zu erwarten, in Abhängigkeit von der Vorhersagegüte des Windes über der Nordsee und des Wasserstandes auf dem Rand zur Nordsee, sehr zufriedenstellende Vorhersagen des Thw sowie der Eintrittszeit des Thw und zufriedenstellende Vorhersagen des Tnw. Um die Vorhersagegüte von der Tidephase unabhängig zu machen, wird an einer Verbesserung der Kalibrierung des BAW-Vorhersagemodell-Elbe gearbeitet. Ferner sollen durch eine Überarbeitung der Wasserstände aus dem Modell mit der in der Meteorologie üblichen (H. R. Glahn and D. A. Lowry 1972) und in die Wasserstandsvorhersage

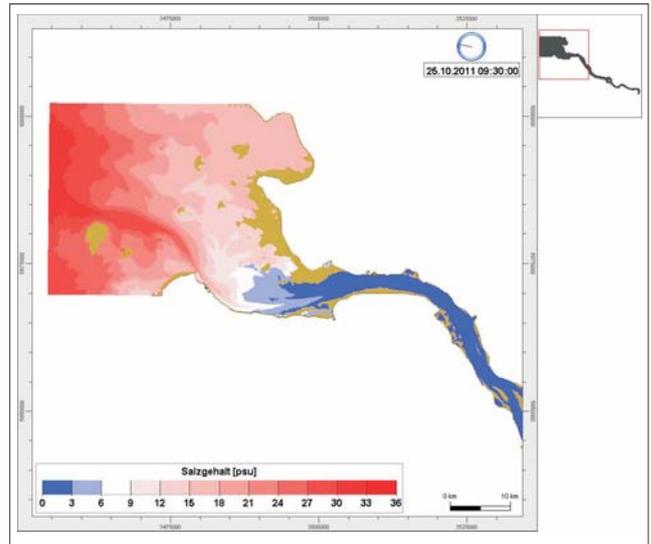


Abbildung 4:
Salzgehaltsvorhersage (oberflächennah) für die Elbmündung für den 15. Oktober 2011 9:30 UTC (ca 30 Minuten vor Thw in Cuxhaven).

übertragenen (S. Müller-Navarra and K. Knüpffer 2010) Model Output Statistics (MOS) systematische Fehler aus der Modellkette an Punkten mit Pegelmessungen eliminiert werden. Durch diese Punktprognosen erhöht sich die Vorhersagegenauigkeit an den Pegelstandorten.

Literatur

BAW (2004): Validation document – Mathematical Model UnTRIM, Bericht, Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg. Siehe auch BAWiki auf www.baw.de.

Casulli, V. and Walters, R.A. (2000): An unstructured,

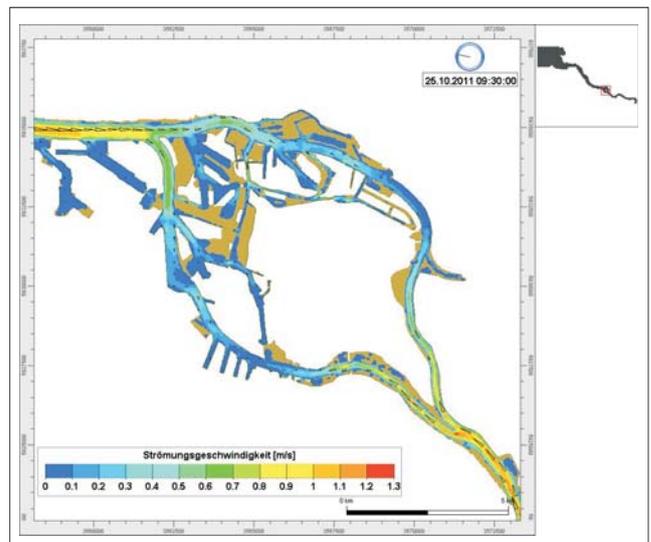


Abbildung 5:
Vorhersage der Strömungsgeschwindigkeit (oberflächennah) für den Hamburger Hafen für den 15. Oktober 2011 9:30 UTC (ca. 1 Stunde nach Ebbestromkenterung in Hamburg St. Pauli).

three-dimensional model based on the shallow water equations. Intern. Jour. Num. Meth. in Fluids, 32, pp.331-348.

Glahn, H.R. and Lowry, D.A. (1972): The use of model output statistics (MOS) in objective weather forecasting. J.Appl.Meteor, 11, 1203-121.

Kremp, C. und Rudolph, E. (2011): OPTEL-C – Entwicklung eines operationellen Tidemodells der Elbe sowie einer Modellkopplung mit dem BSH-Vorhersagemodell der Nordsee.

Müller-Navarra, S.H. and Knüpffer, K. (2010): Improvement of water level forecasts for tidal harbours by means of model output statistics (MOS) – Part I (Skew surge forecast). Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie 47, 22 S.

ModPro (03KIS060)

Modellierung hydro- und lithodynamischer Prozesse in der Küstenzone, Deutsch – Russisches Kooperationsprojekt

Prof. Dr.-Ing. Hocine Oumeraci

Technische Universität Braunschweig,
Leichtweiß Institut für Wasserbau

Joachim Grüne

Alireza Ahmari

Leibniz Universität Hannover,
Forschungszentrum Küste

Das Hauptziel der im Projekt geplanten Untersuchungen bestand in der Entwicklung prozessorientierter Ansätze zur Beschreibung der Sedimentsuspension und des Sedimenttransports in sandigen Küstenregionen. Unter Naturbedingungen im Küstenraum wird die Erzeugung turbulenter Wirbel in Sohlhöhe durch die Gruppenstruktur der Windwellen, durch Infrarotwellen und durch überlagerte küstennahe gleichgerichtete Strömungen (z.B. Küstenlängsströmungen, sohlnahe Rück- und Rippströmungen) beeinflusst. Es wurden großmaßstäbliche physikalische Untersuchungen im Grossen Wellenkanal (GWK) des Forschungszentrums Küste (FZK) gemeinsam mit dem russischen Kooperationspartner (P.P.Shirshov-Institut) durchgeführt, um die Sedimentsuspension und den Sedimenttransport in zeitlich und örtlich hochaufgelösten Zeitintervallen naturähnlich nachbilden zu können.

Ein Schwerpunkt der durchgeführten großmaßstäblichen physikalischen Untersuchungen war die umfas-

sende Analyse der gesammelten Messdaten, die zeitgleich mit drei unterschiedlichen Messsystemen (akustisches Messgerät ABS "Aquascatt-Profiler", optische Trübheitsmesser OBS "Turbidimeter" und mechanisches Ansaugsystem TSS) ermittelt wurden. Daraus konnten wesentliche Erkenntnisse zur Verwendung von unterschiedlichen Messsystemen gewonnen werden, die für künftige Untersuchungen zur Sedimentbewegung von allgemeinem Interesse sind. Die Analyse dieser gesammelten Messdaten zeigte in den meisten Fällen keine signifikanten Abweichungen zwischen den zeitgemittelten Konzentrationen für die drei unterschiedlichen Messsysteme. Dies setzt allerdings eine genaue Kalibration jeder dieser Sonden voraus.

Trotz einer relativ guten Übereinstimmung zwischen den zeitgemittelten Konzentrationsmessdaten, gemessen mit allen drei Systemen, eignet sich die akustische Messmethode (ABS) am besten zur Konzentrationsmessung. Das akustische Gerät ABS (Aquascatt-Profiler) ist zurzeit das einzige Messgerät, das mit einer hohen Genauigkeit sowohl ein vollständiges vertikales Profil der Konzentrationsmengen als auch ein gesamtes Konzentrationsbild suspendierter Sedimente mit ausreichend hoher Auflösung erzeugt. Außerdem weist die zeitabhängige Konzentrationsmessung mit dem Aquascatt-Profiler die Möglichkeit auf, die Sedimentbewegungsprozesse, insbesondere in den bodennahen Bereichen, detailliert zu untersuchen. Die Sedimentbewegung und damit der suspendierte Sedimenttransport ist ein Produkt der sehr komplexen Wechselwirkungen zwischen den hydro- und morphodynamischen Prozessen in Bodennähe, wobei die suspendierten Teilchen selbst in diesen Prozess einwirken, daher können Fortschritte auf diesem Gebiet nur mit großmaßstäblichen physikalischen Untersuchungen erzielt werden. Hinzu kommt noch die weitere Komplexität des Wellenbrechens, insbesondere durch den enormen Lufteintrag. Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen haben aufgezeigt, dass im Bereich stark brechender Wellen die vorhandenen Messmethoden an ihre Grenzen stoßen.

Die in der inneren Brandungszone unter den brechenden und gebrochenen Wellen erfassten Messdaten sind kaum brauchbar. Die durch das Brechen in die Wassersäule eingedrungenen Luftblasen erzeugen eine Rückstreuung der von den Messsonden abgestrahlten optischen bzw. akustischen Signale und beeinflussen die Messdaten stark. Insofern stellen die

verwendeten optischen und akustischen Messmethoden trotz aller Vorteile noch keine einwandfreien und in allen Bereichen nutzbaren Messtechniken dar und sind daher weiterhin verbesserungsbedürftig. Ein weiterer Schwerpunkt war die detaillierte Untersuchung der zeitlichen und räumlichen Verteilung der suspendierten Sedimentkonzentration (SSK). Es wurden die Transportmechanismen sowohl über geriffelten als auch über glatten Sohlen unter regelmäßigen und unregelmäßigen Wellen für jeweilige Wellentypen ausführlich analysiert.

Aus den Versuchen mit regelmäßigen Wellen hat die Analyse der hochauflösenden Konturbilder der SSK über der geriffelten Sandsohle gezeigt, dass wegen der seewärts gerichteten Sandwirbelablösung und der Phasenverschiebung zwischen dem Zeitpunkt der Wirbelentstehung und dem der Rückströmung der Nettotransport suspendierter Sedimente über den geriffelten Sohlen seewärts gerichtet ist. Im Gegensatz dazu ist über den flachen Sandsohlen, wo alle Sandstrukturen wegen der hohen welleninduzierten Strömungsenergie an der Sandsohle wegrasiert sind, der durch nahezu brechende Wellen induzierte Nettotransport der Sedimente, der in Form von Schichtfracht erscheint, landwärts gerichtet.

Aus den Versuchen mit unregelmäßigen Wellen zeigen die entsprechenden Konturbilder, wie hochsensibel die bodennahen Suspensionsprozesse auf die turbulenten welleninduzierten Grenzschichtströmungen über der geriffelten Sohle reagieren und wie rasch sich die suspendierten Sedimente in den bodennahen Bereichen zeitlich verändern.

Im dritten Schwerpunkt der durchgeführten Arbeiten wurde damit begonnen, einen integrierten semi-analytischen Ansatz zur Berechnung welleninduzierter Sandsuspension über geriffelten Sandsohlen zu entwickeln.

HoRisK (03KIS079)

Hochwasserrisikomanagement für den Küstenraum

Dr.-Ing. Peter Fröhle

Universität Rostock, Institut für Umweltingenieurwesen, Fachgebiet Küstenwasserbau

Die europäische Union verabschiedete im Oktober 2007 die "Richtlinie der Europäischen Union und des Rates über die Bewertung und das Management von

Hochwasserrisiken" (Directive 2007/60/EC, EU-HWRM-RL). Ziel dieser Richtlinie ist es, die Gefahren, die Hochwasser auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das kulturelle Erbe und die wirtschaftliche Tätigkeiten ausübt, zu verringern und das Management im Umgang mit den Hochwassergefahren zu verbessern. Die Umsetzung dieser Richtlinie ist insbesondere in den Küstengebieten Deutschlands von großer Bedeutung. Auf ca. 12.000 km² werden rd. 2,4 Mio. Einwohner durch Küstenschutzanlagen geschützt.

Für die Umsetzung der EU-HWRM-RL sind die für den Bereich des Hochwasserschutzes im Binnenland entwickelten Methoden nur bedingt anwendbar. Dies resultiert u.a. aus:

- Der spezifischen Bedrohung der Küste durch Sturmfluten, die sich in ihrer Charakteristik deutlich von Binnenhochwässern unterscheiden.
- Der erheblichen flächigen Ausdehnung der Küsten- und Überflutungsgebiete.
- Den vorhandenen Küstenschutzsystemen und -konzepten.
- Den Auswirkungen des Versagens von Hochwasserschutzanlagen sowohl im Hinblick auf die räumliche und zeitliche Entwicklung von Überflutungen als auch auf die zu erwartenden Schäden.

In diesem Zusammenhang ist es das Ziel des von der Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen, der Universität Rostock sowie dem Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) Norden/Norderney in Kooperation geplanten Forschungsvorhabens HoRisK, küstenschutzbezogene Ansätze und Methoden für anwendungsorientierte Schadens- bzw. Risikoanalysen als Grundlage für die Erarbeitung von Hochwassergefahrenkarten, Hochwasserrisikokarten und Hochwasserrisikomanagementplänen abzuleiten. Neben den Antragstellern sind der Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN), das Staatliche Amt für Umwelt und Natur, Mittleres Mecklenburg (StALU MM), HKV Hydrokontor sowie die Landwirtschaftskammer Niedersachsen als Projektpartner mit eingebunden.

Grundlage für die Untersuchungen bilden – soweit möglich – verfügbare Daten für den Küstenbereich. D.h. die Ansätze und Methoden werden auch in Küstenbereichen anwendbar sein, in denen die Datenlage auf der Belastungs-, der Bauwerks- und /

oder der Schadensseite begrenzt ist. Die entwickelten Methoden sollen zukünftig für eine Schadens- bzw. Risikoanalyse eine wesentliche Grundlage für die Umsetzung der Hochwasserrichtlinie für die Küstenbereiche an der deutschen Nord- und Ostseeküste dienen.

Im Rahmen des Projekts werden alle Bausteine von Schadens- bzw. Risikoanalyse-Verfahren entsprechend der Zielsetzung des Vorhabens berücksichtigt. Die Arbeiten sind in insgesamt 9 Arbeitspakete eingeteilt:

- Ap0: Definition von Begriffen im Zusammenhang mit Schadens- und Risikoanalyse-Verfahren
- Ap1: Vergleichende Darstellung und Diskussion der verfügbaren Schadens- bzw. Risikoanalyse-Verfahren und Küstenschutzstrategien
- Ap2: Belastungen
- Ap3: Versagensmechanismen und Versagenswahrscheinlichkeiten
- Ap4: Konsequenzen des Versagens – Überflutung
- Ap5: Schadenspotentiale und Schäden
- Ap6: Risikoanalyse
- Ap7: Schadens- und Risikominimierung
- Ap8: Anwendung auf ausgewählte Küstengebiete in Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein

Zentrale Bedeutung der Arbeiten und Untersuchungen im Vorhaben besitzt die Fokussierung auf Anwendungsorientierung und Umsetzbarkeit aber auch die Abschätzung der Aussageschärfe sowie der zu erwartenden Unsicherheiten der Ergebnisse. Beispielhaft werden die Methoden in vier Projektgebieten mit 7 Lokationen angewendet.

Derzeit (Stand November 2011) ist die Bearbeitung der Arbeitspakete AP0 und AP1 im Wesentlichen abgeschlossen. Schwerpunktmäßig laufen derzeit die Arbeiten in den Arbeitspaketen AP2, AP3, AP4 und AP5 sowie begleitende Untersuchungen im AP6. Der aktuelle Stand der Arbeiten in AP2, AP3 und AP4 wird im Folgenden zusammenfassend dargestellt.

Im Arbeitspaket 2 werden Untersuchungen zu den Gefährdungen und Belastungen als Grundlage und Eingangsgrößen für schadensbasierte und/oder risikobasierte Ansätze und Methoden in einer Risikoanalyse bzw. einer Schadensanalyse durchgeführt. Wesentliche Belastungsgrößen sind:

- Wasserstände,
- Seegang,
- Strömungen,
- Eisgang

Hierbei werden im Vorhaben schwerpunktmäßig die Belastungsgrößen Wasserstand und Seegang behandelt. Aktuell werden im AP2 Methoden für die Ableitung von Sturmflutganglinien mit zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeiten sowohl für die Nordsee als auch für die Ostsee abgeleitet.

Nach dem derzeitigen Stand der Arbeiten ist es im Ergebnis möglich, auf der Grundlage der Untersuchungen in Kombination mit Monte-Carlo-Simulationsverfahren i) eine Vielzahl von Sturmflutganglinien für definierte Lokationen und mit definierter Wahrscheinlichkeit abzuleiten sowie ii) mögliche Abfolgen extremer Sturmfluten an der Nordsee bzw. Sturmhochwässer an der Ostsee für festgelegte Betrachtungszeiträume abzuleiten. Daneben ist es ebenfalls für ausgewählte Lokationen bereits möglich, statistisch zugehörige Seegangereignisse mit anzugeben.

Im Arbeitspaket 3 sind die Untersuchungen zur Weiterentwicklung sowie zur Ableitung neuer praxisorientierter ingenieurmäßiger Ansätze zur Verbesserung des Verständnisses von Versagensmechanismen von

- Deichen (u. a. Breschenbildung und -entwicklung)
- Dünen
- Hochwasserschutzmauern und -wänden
- Vorländern und Sommerdeichen
- 2. Deichlinien
- Deichscharten und -stöpen
- Sielen und Schöpfwerken
- Sperrwerke
- Schleusen
- Kombinationen von Bauwerken

als Grundlage für ein Schadens- bzw. Risikoanalyse-Verfahren zusammengefasst. Zudem wird der

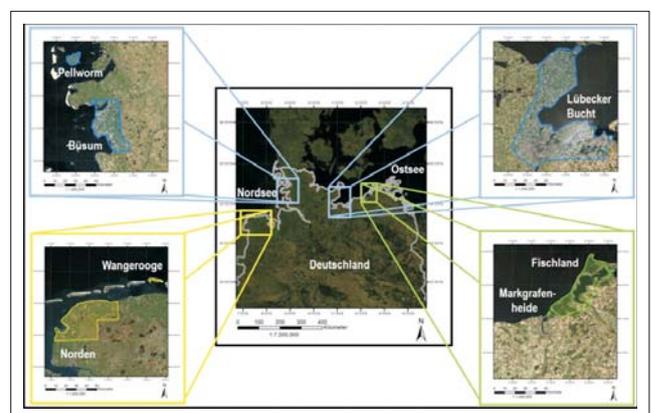


Abbildung 1:
Projektgebiete im Vorhaben HoRisk

Einfluss des menschlichen Versagens mit berücksichtigt. Ziel ist es dabei, die maßgebenden Versagensmechanismen für die verschiedenen Bauwerkstypen zu identifizieren, da es nur so möglich ist, ein in der Praxis umsetzbares Verfahren der Risiko- und Schadenanalyse zu entwickeln.

Nach dem derzeitigen Stand der Untersuchungen im AP3 sind die maßgebenden Versagensmechanismen für ausgewählte Bauwerkstypen analysiert und werden derzeit als Grundlage für die Risikoanalyse im AP6 programmtechnisch aufbereitet.

Eine wesentliche Grundlage für die Schadensermittlung (AP5) bildet die Beurteilung von Überflutungsflächen, Einstaudauern, Einstauhöhen sowie Strömungsgeschwindigkeiten und möglichen morphologischen Veränderungen als Folge des Versagens von Hochwasserschutzbauwerken. Diese Arbeiten sind im AP4 zusammengefasst. Hier werden auf der Grundlage umfangreicher Sensitivitätsuntersuchungen die relevanten Prozesse sowie die maßgebenden Einflussfaktoren identifiziert und bewertet. Hierzu zählen:

- Auswirkung von unterschiedlicher Breschenentwicklung bei Deichen und Versagensformen von Bauwerken im Deich auf die Überflutung
- Wirkung von Küstenschutzsystemen (z.B. Vorland, Sommerdeiche, 2. Deichlinie, Polder, System HW-Schutzdüne – Deich)
- Untersuchungen zum Einfluss der Topographie der geschützten Bereiche wie z. B. Geländehöhen, linienhaften Strukturen wie Dämmen und Entwässerungssystemen auf die Überflutungs- ausbreitung im Versagensfall
- Ausgewählte / typische Lokationen und systemische Sensitivitätsuntersuchungen zum Einfluss von Poldergrößen bzw. zur Wirkung von 2. Deichlinien
- Sensitivitäten der Methodik der Überflutungsmodellierung (z.B. einfache Kaskadenmodellierung – 2D, unterschiedliche Modellverfahren)

Derzeit werden Sensitivitätsanalysen für verschiedene Beispiellokationen durchgeführt und es wurde die Auswirkung der Nutzung unterschiedlicher numerischer Modelle für das Projektgebiet Markgrafeneide bewertet.

Die Arbeiten zu den übrigen Arbeitspaketen wurden erst im Laufe des Jahres 2011 begonnen, so dass wesentliche Zwischenergebnisse derzeit noch nicht vorliegen.

AufMod (03KIS082-03KIS088)

Das Bodenmodell zwischen Datenerhebung und Modellierung zur Analyse der langfristigen Morphodynamik in der Deutschen Bucht

Dr. Manfred Zeiler

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie,
Hamburg

Ziel des FuE-Vorhabens AUFMOD (Aufbau integrierter Modellsysteme zur Analyse der Morphodynamik in der Deutschen Bucht) ist die Weiterentwicklung von Datengrundlagen und Modellwerkzeugen, um morphologische und sedimentologische Veränderungen in der Deutschen Bucht künftig besser beurteilen und prognostizieren zu können.

In einem interdisziplinären Verbund aus Naturwissenschaftlern und Ingenieuren werden sowohl bathymetrische als auch sedimentologische Datenbestände in der Fläche und als Zeitreihen zusammengetragen bzw. fortgeführt. Nach einer Plausibilisierung stehen diese für die morphodynamische Modellanwendungen zur Verfügung. In einem integrierten Ansatz werden in drei Teilprojekten verschiedene hydrodynamisch-numerische Modelle auf ihre Anwendung in Bezug auf die Untersuchung großräumiger und langfristiger morphodynamischer Prozesse in der Deutschen Bucht überprüft und getestet.

Mittlerweile liegt ein umfangreicher, quasi-konsistenter Datenbestand zur Bathymetrie und Sedimentologie in Form geeigneter Bodenmodelle vor. Weiterhin werden in sog. Fokusgebieten repräsentative Gebiete für den Schelf bzw. Vorstrand, die Wattgebiete und Ästuar mit modernen Sonarverfahren einschließlich eines sog. "Ground Truthings" untersucht. Diese flächendeckenden Informationen über die Verteilung und Dynamik der Sedimentverteilung liefern damit wichtige Beobachtungsdaten sowohl für die Beurteilung numerischer Modellergebnisse als auch für das vertiefte Verständnis sediment- und morphodynamischer Prozesse.

Im Hinblick auf die numerischen Modellwerkzeuge kommen prozessbasierte und -orientierte Verfahren zur Anwendung, die Betrachtungszeiträume von 10 bzw. 100 Jahren umfassen. Die jeweiligen "modellierenden" Arbeitsgruppen verwenden plausibilisierte bathymetrische und sedimentologische Daten aus

dem sog. "funktionalen Bodenmodell" auf einem einheitlichen Modellgitter. Erste Ergebnisse aus Modellläufen veranschaulichen das Potenzial der jeweiligen Werkzeuge, verdeutlichen aber auch gleichzeitig den Bedarf an einem intensiven Austausch von Expertenwissen zwischen den Natur- und Ingenieurwissenschaften.

Durch die enge Verzahnung mit dem FuE-Vorhaben "MDI-DE" wird sichergestellt, dass die plausibilisierten Daten aus den Bodenmodellen im Fachinformationssystem "Shelf Geo-Explorer" archiviert werden und über MDI-DE recherchier- und verfügbar gemacht werden.

MDI-DE (03KIS089)

Zielsetzungen für den Aufbau der Marinen Dateninfrastruktur Deutschland

Johannes Melles

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg

Dr.-Ing. Rainer Lehfeldt

Bundesanstalt für Wasserbau, Hamburg

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert von Juli 2010 bis Juni 2013 den Aufbau der Marinen Daten-Infrastruktur für Deutschland, (MDI-DE). An dem Projekt sind 11 Bundes- und Landesbehörden beteiligt, die für das Küsteningenieurwesen, den Küstengewässerschutz, den Meeresumweltschutz und den Meeresnaturschutz

zuständig sind. Insgesamt arbeiten 12 befristet eingestellte Kolleginnen und Kollegen an den in der Abbildung 1 gezeigten Standorten.

Die Zusammenführung von Informationen aus den thematisch und sektoral ausgerichteten Aufgabebereichen des KFKI, des Meeresschutzes, des marinen Naturschutzes, der Raumordnung sowie der Küstenforschung bedarf der Vernetzung der wesentlichen Datenquellen an der Küste. Ziel des MDI-DE Projektes ist es, die Entwicklungen von Informationssystemen beim BSH (GeoSeaPortal - Geodaten für Meer und Küste) und das gemeinsam von Bundes- und Küstendienststellen aufgebaute Nord-Ostsee-Küsten-Informationssystem (NOKIS) sowie weitere Informationssysteme mit unmittelbarem Bezug zu Meer und Küste in konzeptioneller, technologischer und inhaltlicher Form zu einem übergreifenden, nationalen Meeres- und Küsteninformationssystem zu integrieren.

Mit dem entstehenden nationalen Meeres- und Küsteninformationssystem werden die wesentlichen Datenquellen über Fach-, Behörden-, Instituts- und Verwaltungsgrenzen hinweg nutzbar. So wird es zukünftig möglich, in einem ökonomisch vertretbaren Aufwand die umfassende Bereitstellung von Fachdaten und Informationen aus dem Küsten- und Meeresbereich für Wissenschaft, Planung, Öffentlichkeit, Politik und Verwaltung gemäß den Anforderungen an eine integrierte europäische Meerespolitik umzusetzen.

Um die Anforderungen der Meeresstrategie Richtlinie (MSRL) und der Europäischen Geodaten-Infrastruktur INSPIRE zu erfüllen, sind einheitliche,



Abbildung 1:

Das Netzwerk der Marinen Dateninfrastruktur in der deutschen Küstenzone. Antragsteller A1: BAW, A2: BSH, A3: BfN, A4: Uni Rostock. Partner P1: LKN, P2: NLWKN, P3: NLPV, P4: WSD NW, P5: WSD N, P6: LLUR, P7: LUNG.

grenzüberschreitende Datenmodelle erforderlich, die bisher nicht verfügbare blattschnittfreie, harmonisierte Datenbestände voraussetzen. Mit Hilfe von standardisierten Metadaten werden synoptische Verzeichnisse mariner Datenbestände zur Hydrographie, zu ökologischen Parametern sowie zu Nutzungen und Belastungen angelegt, die vorhandene verteilte Datenhaltungen gemeinsam zugänglich machen.

Einheitliche Datengrundlagen für Modellierungen, Analysen und Visualisierungen beinhalten zunächst die syntaktische Interoperabilität von Daten mit kompatiblen Formaten und standardisiertem Zugang. Für eine gemeinsame Nutzung ist darüber hinaus die Harmonisierung der verteilten Datenbestände zwingend notwendig.

Das MDI-DE Portal "Küste und Meer" soll als gemeinsamer Zugang der Einstiegspunkt zu verteilten Daten und Informationen aus der deutschen Küstenzone und den angrenzenden Meeresgebieten werden und folgende Funktionalität bereitstellen:

- Recherche unter Verwendung von Thesaurus und Gazetteer,
- intersektoral gleichartige Strukturen zur interdisziplinären Sicht auf die marinen Daten,
- Web-Services und Download für den Datenzugriff,
- Realisierung eines exemplarischen Auswertungsdienstes.

Das MDI-DE Portal greift über das im Aufbau befindliche Netzwerk für Meeresdaten auf die verteilten Datenbestände an den lokalen Knoten der Projektteilnehmer zu. Der bereits in NOKIS eingerichtete lokale Knoten für Schleswig-Holstein wird als Prototyp für weitere Implementierungen in den Küstenländern entwickelt.

Web- und Download Services ermöglichen den Datenzugriff. Die MDI-DE stellt auch Dienste von Partnern zur Verfügung, die bei wasserbaulichen, raumplanerischen, naturschutzfachlichen, wissenschaftlichen und ökologischen Systemanalysen und zur Unterstützung der Schifffahrt verwendet werden.

Derzeit besteht noch ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf, um die vorhandenen und zukünftigen flächendeckenden Küstendaten in vernetzte Informationssysteme einzubinden, darüber bereitzustellen und nutzbar zu machen. Dies gilt auch für Untersuchungsszenarien mit numerischen Modellen bei der BAW.

Das neue MDI-DE Portal wird dauerhaft beim BSH

unter der URL www.mdi-de.org betrieben. Neben dem Portal "Meer und Küste" sind hier die Veröffentlichungen aus dem Projekt sowie Materialien zu den begleitenden Workshops online zugänglich. Anhand von exemplarischen Daten aus den beteiligten Dienststellen wird der Fortschritt bei der Zusammenführung der vorhandenen Küstendaten dokumentiert. Nach knapp einem Jahr Laufzeit stehen bei allen Projektpartnern erste Datensätze in der angestrebten technischen Form zur Verfügung, um voraussichtlich ab Dezember 2011 in das neue Portal eingebunden zu werden.

KLIWAS

Mögliche Folgen des Klimawandels für die Wasserstraßen - Untersuchungen zur Lage der Brackwasserzone in Abhängigkeit vom Oberwasserzufluss

Dr. Rita Seiffert

Fred Hesser

Ingrid Holzwarth

Dr. Annette Schulte-Rentrop

Dr. Elisabeth Rudolph

Dr. Guntram Seiß

Dr. rer. nat. Norbert Winkel

Bundesanstalt für Wasserbau, Hamburg

Im Forschungsprogramm KLIWAS werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die deutschen Küsten, Wasserstraßen und Häfen untersucht und Anpassungsoptionen entwickelt. KLIWAS besteht aus mehreren Projekten. An der Bundesanstalt für Wasserbau in Hamburg untersuchen wir die möglichen Folgen des Klimawandels für die Nord- und Ostsee sowie für die Ästuarie Ems, Jade-Weser und Elbe. Unser Ziel ist die Bestimmung der Betroffenheiten für die Schifffahrt und den Küstenschutz und darauf basierend die Entwicklung möglicher Anpassungsoptionen. Hierzu ermitteln wir die klimabedingten Änderungen, welche die Schifffahrt und den Küstenschutz beeinträchtigen könnten, und entwickeln potentielle Lösungsansätze.

Für unsere Untersuchungen verwenden wir dreidimensionale hydrodynamisch-numerische Modelle (UnTRIM, Casulli (2000)). Diese Modelle berechnen den Wasserstand, die Strömungsgeschwindigkeiten, den Salzgehalt sowie den Schwebstoffhaushalt.

Aufgrund des Klimawandels werden sich voraussichtlich mehrere externe Faktoren ändern. Dazu zählen der Meeresspiegel in der Nordsee, die Oberwasserzuflüsse und die Windverhältnisse. Eine Änderung der Windverhältnisse spielt insbesondere während zukünftiger Sturmfluten eine wichtige Rolle. Der Oberwasserzufluss hat einen direkten Einfluss auf die Verteilung des Salzgehalts und den Sedimenttransport in den Ästuaren. Ein Anstieg des Meeresspiegels beeinflusst in erster Linie den Wasserstand und die Tidedynamik. Eine veränderte Tidedynamik wirkt wiederum auf den Salz- und Sedimenttransport. Der Meeresspiegel, die Oberwasserzuflüsse und der Wind fließen als externe Größen in unsere Modelle ein. Um den möglichen Einfluss von klimabedingten Änderungen auf die Ästuare abzuschätzen, variieren wir in mehreren Sensitivitätsstudien diese externen Größen gezielt. Dies ist möglich, da sich die Systeme relativ schnell auf veränderte äußere Einflüsse einstellen.

In einer dieser Sensitivitätsstudien untersuchen wir die Abhängigkeit der Lage der Brackwasserzonen in Ems, Jade-Weser und Elbe von den Oberwasserzuflüssen. Die Lage der Brackwasserzone ist nicht nur für die Schifffahrt von Bedeutung, sondern auch eine wichtige Information für Landwirtschaft und die Grundwasserbewirtschaftung. Aufgrund des Klimawandels könnten in Zukunft längere Trockenperioden mit wenig Niederschlag zu lang anhaltenden niedrigen Oberwasserzuflüssen führen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie weit die Brackwasserzonen in den drei Ästuaren unter diesen Bedingungen maximal stromauf wandern. Weiterhin ist von Bedeutung wie schnell die Strömungsverhältnisse und die Transporteigenschaften der Ästuare auf veränderte Oberwasserhältnisse reagieren. Zur Beantwortung dieser Fragen führen wir mehrere Modellläufe mit unterschiedlichen Oberwasserzuflüssen durch. Ausgehend von einem quasistationären Zustand mit einem mittleren Oberwasserzufluss werden in zwei Szenarien die Oberwasserzuflüsse gesenkt und die Salzgehaltsverteilungen untersucht.

Die Auswertung der einzelnen Szenarien gibt Aufschluss wie der Klimawandel die Salzverteilung in den Ästuaren beeinflussen könnte. Insbesondere die Analyse ausgewählter Tidekenngößen, wie des mittleren maximalen Salzgehalt, macht mögliche Betroffenheiten sichtbar und damit die Entwicklung von Anpassungsoptionen möglich.

Literatur

Casulli, V. and Walters, R. A. (2000): An unstructured, three dimensional model based on the shallow water equations. International Journal for Numerical Methods in Fluids, 32, S.331 - 348.

Neueste Entwicklungen in der Hydrodynamik und Morphologie bei Deltares

Dr. Herman Gerritsen

Deltares

Von Delft Hydraulics zu Deltares: warum und wie

Wenn man die Niederlande hinsichtlich ihrer Geophysik betrachtet, kann man schlicht sagen, dass das Land aus Wasser und Böden mit hohem Wassergehalt besteht. Bis vor kurzem waren mehrere unabhängige Forschungsorganisationen und -institute dafür verantwortlich, die gesamte Wissensbasis und praktische Expertise zu pflegen und weiterzuentwickeln, die nötig sind, damit die Niederlande ein umweltverträgliches und sicheres Land bleiben. Delft Hydraulics (1927 gegründet) zählte mit Schwerpunkt auf Wasser hierzu.

In den frühen Jahren des 21. Jahrhunderts beschloss die niederländische Regierung, die institutionelle Infrastruktur zu reorganisieren, um ein gesondertes Institut für Wasser und Bodenmechanik zu schaffen. Hintergrund dieser Reorganisation war die Tatsache, dass die Regierung die ständig steigende Komplexität von Umweltausgaben und -herausforderungen und die Notwendigkeit für interdisziplinäre Ansätze erkannte.

Deltares wurde offiziell am 1. Januar 2008 ins Leben gerufen. Es vereinigt drei Forschungsinstitute, die auf den Gebieten Wasser und (schwache) Böden tätig sind: Delft Hydraulics (Wasser), GeoDelft (Bodenmechanik), Teile von TNO (oberflächennaher Untergrund und Grundwasser) sowie die zwei staatlichen Forschungsressorts für Marine- und Binnengewässer RIKZ und RIZA. Genauso wie GeoDelft and Delft Hydraulics zuvor, ist Deltares eine unabhängige Stiftung für angewandte Forschung und Expertenberatung. Obwohl es sich auch mit spezifischen "nationalen Aufgaben" beschäftigt, findet der größere

Teil seiner Aktivitäten auf europäischer Ebene (EU Forschungsgelder) statt und wird mit Fördermitteln für weltweite Forschungs-, Beratungs- und Unterstützungsprojekte gefördert.

Fortlaufende Modellentwicklungen, Kooperations- und Gemeinschaftsmodelle

Hydrodynamische und morphologische Modellierung bleibt immer noch eine Kernaktivität von Deltares. Das Verständnis von Prozessen sowie die Entwicklung, Verifikation, Validierung und Anwendung von Prozessmodellen gehen grundsätzlich Hand in Hand. Dies hat zu fortlaufenden Entwicklungen und Verbesserungen der Delft3D-FLOW und -MOR Modellcodes geführt, die von vielen Universitäten, staatlichen Institutionen und der Industrie vielfach verwendet werden.

Im Gegensatz zu den Gründungsinstituten hat Deltares die Aufgabe, Beratung bezüglich nationalen Forschungsbedarfs zu leisten und hat oft eine ausdrückliche Verantwortung bei der Koordination nationaler Forschungsprogramme, in denen Institute und kommerzielle Wettbewerber verschiedener Disziplinen kooperieren. Sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene werden Kooperation bei der Forschung, gemeinsame Modellentwicklung und die gemeinschaftliche Entwicklung von Anwendungen als ein positiver Schritt in die richtige Richtung betrachtet, zum Vorteil aller beteiligten Parteien. Community und Open Source Modelle unterstützen diese Entwicklungen.

Neueste Entwicklungen im Bereich der hydrodynamischen und morphologischen Modellierung

Für den KFKI Anwenderkreis werden einige der neuesten Entwicklungen im Bereich der hydrodynamischen und morphologischen Modellierung als relevant eingeschätzt.

- Seit dem 1. Januar 2011 steht das Delft3D-FLOW+MOR+WAVE Modell als Open Source Code zum kostenlosen Download zur Verfügung. Servicepakete auf unterschiedlichen Ebenen sind gegen eine Gebühr auch verfügbar. Schon nach nur neun Monaten teilt ein breiter Anwenderkreis regelmäßig neue Entwicklungen und Anwendungserfahrungen, die dann zum Vorteil des gesamten Anwenderkreises in die Codes integriert werden. Für weitere Informationen siehe z.B. <http://oss.delft3d.nl>.
- Die Entwicklung von "Xbeach", ein morphologisches Modellpaket für Dünenerosion und -überlauf unter Sturmbedingungen in Küstennähe. Es handelt sich um ein kurzweilig gemittelt, aber langweilig aufgelöstes Modell für Seegang, Strömung und morphologische Veränderungen, das in der Zeitdomäne formuliert ist. Das Modell berechnet die Evolution der Wellenwirkung in x, y, t über den Richtungsraum. Wesentliche Vorteile bestehen darin, dass auf ein zusätzliches Wellenmodell für die Vorhersage der mittleren Wellenrichtung verzichtet werden kann und dass das Fortschreiten unterschiedlicher Wellengruppen in verschiedene Richtungen zulässig ist. Diese Open Source Entwicklung wird von drei Delft-basierten Instituten: UNESCO-IHE, TUDelft und Deltares durchgeführt und von mehreren bedeutenden staatlichen Organisationen im Ausland, z.B. USGS, unterstützt. Dies spiegelt sich wider in der Vielfalt der Test- und Validierungsbeispiele, die bislang modelliert wurden. Für weitere Informationen siehe www.xbeach.org oder <http://oss.delft3d.nl>.
- Das "Sand Engine" Projekt. Dies ist ein innovatives Experiment zur Strandaufspülung entlang des Delfland Unterwasserstrands im Megaausmaß (21,5Mm³ Sand), um das "Bauen mit der Nature" (BwN) Konzept zu erforschen, einschließlich der Überwachung der Selbstverteilung über einen Zeitraum von ca. 20 Jahren. Ein Aspekt, der für das Experiment berücksichtigt werden muss, ist der Anstieg des Meeresspiegels, der in einigen Szenarien sogar noch größere Aufspülungen im 21. Jahrhundert erfordern könnte. Die Entscheidung, das Experiment durchzuführen, basierte auf umfassender Analyse und Modellierung der Hydrodynamik, der Morphologie und ökologischen Auswirkungen (EIA Studie). Für weitere Informationen siehe www.dezandmotor.nl/en-GB/.
- Hydrodynamische Modellierung unter Verwendung unstrukturierter Gitter als Alternative sowohl zu den zurzeit in der Delft3D Suite verfügbaren orthogonalen krummlinigen Gitter Ansätzen als auch zu verschiedenen Finite Elemente Ansätzen. Die Formulierung basiert auf dem Finiten Volumen Ansatz. Anwendungen haben gezeigt, dass Rinnen-ausgerichtete Gitter in Gebieten mit Rinnen und Wattflächen wie das Wattenmeer können viel intuitiver erstellt

werden mit einer Reduzierung des Rechenaufwands. Siehe z.B. (Kernkamp et al. Ocean Dynamics, Vol. 63, 2011).

- Im Mai 2010 haben Deltares und seine Partner VorTech und TUDelft die generische OpenDA Daten-Assimulations-Umgebung ins Leben gerufen. Dies ist eine Open Source Softwareentwicklung zur Modellkalibrierung und Prognose-Verbesserung (Filterung). DUD, POWELL, SIMPLEX (Nelder-Mead) zählen zurzeit zu den verfügbaren und ausgiebig getesteten Kalibrierungs-Routinen. Zu den Filter-Routinen zählen EnKF und einige Partikelfilter. OpenDA kann an jedes Prozess-Modellierungssystem generisch gekoppelt werden (z.B. Delft3D, SOBEK, MIKE21, ISIS, TRIM3D, TELEMAC, usw.); die einzige Bedingung ist, dass die Schnittstelle für Informationsaustausch zwischen diesem Modell und OpenDA schon einmal definiert wurde. Solche Schnittstellen oder "Wrapper" existieren schon für Delft3D-FLOW, SWAN, WAQUA, SOBEK, FEWS, HBV, WANDA, FEWS und Delft3D-WAQ. Für weitere Informationen siehe www.openda.org und die darin angeführten Literaturhinweise und Beispiele.

In dem Seminar am 2. November 2011 wurden die folgenden zwei Themen detaillierter vorgestellt:

- Das "Sand Engine" Projekt
- Hydrodynamische Modellierung unter Verwendung unstrukturierter Gitter

Mitteilungen aus der Geschäftsstelle

Neue Mitglieder im Kuratorium

Auf der 83. KFKI Sitzung begrüßte der Vorsitzende Herr Koldehofe den neuen Vertreter des BMVBS, Herrn TRDir Hauser, der die Nachfolge von Herrn MR Corinth antritt. Das BMELV wird in Zukunft von Herrn RR Schneider als Nachfolger von RD Dr. Ludewig vertreten.

Der Vorsitz im Kuratorium wechselt turnusmäßig alle zwei Jahre. Im Zeitraum 01.01.2012 bis 31.12.2013 wird Herr MR Horn aus dem Niedersächsischen Umweltministerium diese Aufgabe wahrnehmen.

Förderung der Teilnahme an Konferenzen

Junge Wissenschaftler und Angehörige der angeschlossenen Küstendienststellen haben die Möglichkeit, sich beim KFKI um Zuschüsse für Konferenzreisen zu bewerben. Details entnehmen Sie bitte: www.kfki.de/foerderungen/

Sonderangebot Die Küste

Die Hefte 1 (1952) bis 71 (2006) können als Sammelbestellung für 130,-€ oder zum Sonderpreis von 5,-€ pro Heft von der Geschäftsstelle bezogen werden.

Inhaltsverzeichnis Die Küste - Heft 77

WERNER RICHWIEN, CARSTEN POHL UND LARS VAVRINA - Bemessung von Deichen gegen Einwirkungen aus Sturmfluten

CORDULA BERKENBRINK, RALF KAISER UND HANZ DIETER NIEMEYER - Mathematische Modellierung hydrodynamischer Belastungen von Deichen

HERMANN CHRISTIANSEN - Sedimentation in Hamburger Hafenbecken; Ursachen und Maßnahmen zur Verminderung

ANDREAS MALCHEREK - Zur Beschreibung der rheologischen Eigenschaften von Flüssigschlick

HOCINE OUMERACI - More than 20 Years of Experience Using the Large Wave Flume (GWK) Research Facility at Hanover University: Selected Research Projects

Konferenzberichte

JÜRGEN JENSEN - Medcoast 2009 in Sochi, Russland

CORDULA BERKENBRINK, GERALD HERRLING, JÜRGEN JENSEN UND STEFANIE LORKE - 32nd International Conference on Coastal Engineering 2010 in Shanghai, China

FREDERIK M. TREUEL - Deltas in Times of Climate Change in Rotterdam, Niederlande

Impressum

Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen

c/o Bundesanstalt für Wasserbau | Wedeler Landstraße 157 | 22559 Hamburg

KFKI-Geschäftsstelle | t +49 (0) 40-81908-392 | f +49 (0) 40-81908-373 | kfki-sekretariat@baw.de | www.kfki.de

KFKI-Bibliothek | t +49 (0) 40-81908-378 | kfki-bibliothek@baw.de | webOPAC <http://vzb.baw.de>

Online Ressource: <http://d-nb.info/995087016>