

Editorial**Forschungsschwerpunkte in der Küstenzone**

Integriertes Küstenzonenmanagement, Wasserrahmenrichtlinie, Community Modelle, Informationssysteme, Metadaten, Risiko und Entscheidungsunterstützungssysteme, die Reihe von Schlagwörtern, mit denen aktuelle Forschungsaktivitäten in der Küstenzone charakterisiert werden, lässt sich beliebig fortsetzen.

Wie fügen sich nun die Themen der KFKI-Projekte, über die auf den folgenden Seiten berichtet wird, in einen solchen Rahmen ein? Sie beschäftigen sich vor allem mit den physikalisch geprägten Naturvorgängen und Wechselwirkungen, mit innovativen Messmethoden, Datenanalyse und mathematischer Modellierung. Damit stellen sie wesentliche Grundlagen für Bau-, Planungs- und Unterhaltungsaufgaben im Küstenschutz, Verkehrswasser- und Hafenaufbau an der Küste bereit. Diese vorwiegend natur- und ingenieurwissenschaftlich geprägte Sicht ist eine von vielen fachlich-sektoralen Sichten auf die Küstenzone, die vom KFKI hauptsächlich verfolgt wird. Gleichzeitig besteht das Erfordernis, Wissen über Forschung im Küsteningenieurwesen und deren Ergebnisse mit dem Ziel eines möglichst effizienten Haushaltsmitteleinsatzes sowohl für die Forschenden als auch für die Anwender transparent zu gestalten.

In einem funktionierenden IKZM, das sich als Instrument zur Lösung von Nutzungskonflikten versteht, kommen weitere Sichten z.B. aus den Bereichen Ökologie, Wirtschaft, Landwirtschaft und Tourismus hinzu. Um hier die notwendige Kommunikation aller Beteiligten zu gewährleisten, bedarf es einer Informations-Infrastruktur, die horizontale und vertikale Informationsflüsse unterstützt und eine Integration von Daten aus unterschiedlichen Disziplinen technisch ermöglicht. Zum Aufbau solcher

Netzwerke, die auch ein wichtiges Hilfsmittel zur Erfüllung von Berichtspflichten für die Wasserrahmenrichtlinie darstellen, leistet das KFKI derzeit mit dem Forschungsvorhaben NOKIS++ (<http://nokis.baw.de>) seinen Beitrag.

Hinreichende Fakten und Analysen stellen eine wesentliche Basis für verantwortlich getroffene Entscheidungen dar. Ein anerkanntes Werkzeug hierfür bildet die mathematische Modellierung. Heute werden Strömungs-, Seegangs- und Transportprozesse in morphodynamischen Modellen zur Untersuchung der Bodenevolution gekoppelt betrachtet. Da morphodynamische Prozesse noch nicht alle im Einzelnen verstanden sind, besteht hier Forschungsbedarf. Dies gilt sowohl für die Weiterentwicklung und Validierung von Modellen auch unter Einbindung biologischer Prozesse sowie für die Beschaffung und Aufbereitung der erforderlichen Datengrundlagen. Beide Aspekte werden wichtige Schwerpunkte der zukünftigen KFKI-Forschung bilden.

Der Bilanz- und Synthesbericht, der anlässlich seines 25-jährigen Bestehens vom KFKI herausgegeben wurde, sowie das Forschungsprogramm können in der Geschäftsstelle des KFKI ([http://kfki-sekretariat@baw.de](mailto:kfki-sekretariat@baw.de)) bestellt werden oder auf der Homepage des Projektträgers Jülich PTJ (<http://www.fz-juelich.de>) unter der Rubrik „BMBF Programme: System Erde“ eingesehen werden.

Der aktuelle Stand von derzeit durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsprojekten ist auf der Homepage des KFKI (<http://kfki.baw.de>) unter der Rubrik „KFKI Projekte“ dokumentiert. In dieser Datenbank sind auch sämtliche abgeschlossenen Projekte zusammen mit den entsprechenden Veröffentlichungen archiviert. Weiterhin bietet das alljährlich stattfindende „Seminar zur Küstenforschung“ anhand von Vorträgen zu den Projekten Gelegenheit zur Diskussion.

Impressum**KFKI-Geschäftsstelle**

Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg
Wedeler Landstraße 157
22559 Hamburg
Telefon: (0 40) 8 19 08-3 92
Telefax: (0 40) 8 19 08-5 78
E-Mail: kfki-sekretariat@baw.de

KFKI-Bücherei

Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg
Wedeler Landstraße 157
22559 Hamburg
Telefon: (0 40) 8 19 08-3 78
Telefax: (0 40) 8 19 08-5 78
E-Mail: kfki-bibliothek@baw.de

Homepage: <http://kfki.baw.de>

BD Frank Thorenz (KFKI-Forschungsleiter Küste)
 NLWKN Betriebsstelle Norden-Norderney
 Jahnstraße 1
 26506 Norden
 frank.thorenz@nlwkn-nor.niedersachsen.de

Dr.-Ing. Rainer Lehfeldt (KFKI-Geschäftsführer)
 BAW Hamburg
 Wedeler Landstraße 157
 22559 Hamburg
 rainer.lehfeldt@baw.de

WAVESCAN

Automatisierte Erfassung und Modellierung von Brandungszonen auf Basis digitaler Bildsequenzen

Dipl.-Ing. Stefan Schimmels,
 Inst. f. Strömungsmechanik, Universität Hannover

Dipl.-Ing. Folke Santel
 Inst. f. Photogrammetrie und GeoInformation,
 Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Werner Zielke,
 Inst. f. Strömungsmechanik, Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Christian Heipke
 Inst. f. Photogrammetrie und GeoInformation,
 Universität Hannover

1. Einleitung

Die numerische Simulation von Wellen und Strömungen hat in den letzten Jahrzehnten einen enormen Entwicklungsschub erfahren. Heutzutage ist es möglich, die Evolution von Seegangsspektren in sehr großen Gebieten zu berechnen (Mittendorf & Zielke, 2004) oder die Transformation der einzelnen Wellen in kleineren Gebieten an der Küste oder in Häfen mit Computermodellen nachzubilden (Schröter et al., 1995). Zur Kalibrierung und Validierung der numerischen Algorithmen sind Messdaten aus Laborversuchen und der Natur erforderlich. Gerade letztere beschränken sich allerdings zumeist auf einzelne Punktmessungen mit Bojen, Druckmessdosen oder Wellenpegeln. Dies ist im Hinblick auf die hohe räumliche und zeitliche Auflösung der numerischen Modelle nicht mehr ausreichend.

Im Projekt WAVESCAN werden flächenhafte Mess- und Modellierungsverfahren miteinander verknüpft. Hierzu wurde ein photogrammetrisches Verfahren entwickelt, mit dem zeitlich und räumlich hochaufgelöste Oberflä-

chenmodelle der Brandungszone bestimmt werden. Diese Daten können zur Ansteuerung und Validierung eines numerischen Modells, das die physikalischen Prozesse in der Brandungszone simuliert, verwendet werden. Zu diesem Zweck wurde ein vorhandenes Boussinesq-Modell um die entsprechenden Erfordernisse erweitert.

2. Messkampagnen

Die Datengrundlage für das Projekt wurde im Rahmen zweier Messkampagnen im August 2002 und Mai 2003 am Nordstrand der Insel Norderney erhoben. Das Untersuchungsgebiet ist das Bühnenfeld D1/E1 (siehe Abbildung 1).

In Zusammenarbeit mit dem NLWK Norden wurde die Strand- sowie die Unterwassertopographie bestimmt und die Forschungsstelle Küste führte punktuelle Messungen des Seegangs mit Wellenmessdrähten, Druckmessdosen und Bojen durch. Zur photogrammetrischen Datenerfassung der Wasseroberfläche wurden vier digitale Videokameras eingesetzt. Die Aufnahmen wurden von Dächern zweier Hochhäuser in unmittelbarer Nähe des Bühnenfelds durchgeführt (weiße Kreise in Abbildung 1). Die synchrone Auslösung der Kameras erfolgte über einen externen Trigger. Während der

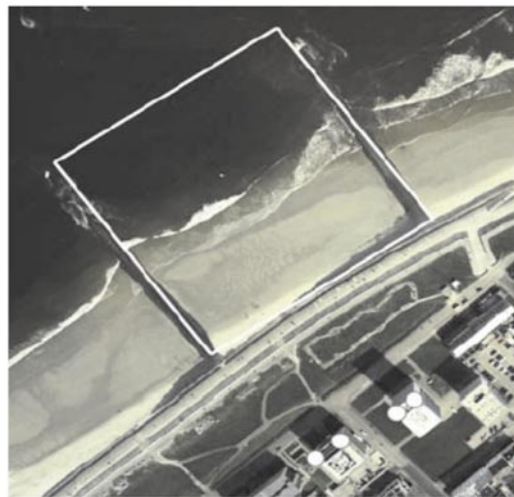


Abb. 1: Untersuchungsgebiet (Quelle: NLWK Norden)

Messkampagnen wurden signifikante Wellenhöhen von bis zu einem Meter mit einer Frequenz von 8 Hz über eine Dauer von bis zu 20 Minuten aufgenommen.

3. Photogrammetrische Auswertung

Die dreidimensionale Bestimmung der sich bewegenden Wasseroberfläche wird unter Verwendung photogrammetrischer Stereobilddaten mit Hilfe der digitalen Bildzuordnung durchgeführt. Als geometri-

sche Einschränkung des Suchbereichs wird eine Abart des Vertical Line Locus (VLL) verwendet. Die Bildzuordnung für das erste Stereobildpaar zum Zeitschritt [i] wird unter Hinzunahme manuell gemessener Startpunkte ausgeführt. Das Ergebnis ist eine große Anzahl neu bestimmter Objektpunkte. Aufgrund der geringen Wellenbewegung von Zeitschritt zu Zeitschritt können die Objektpunkte des Zeitschritts [i] als Startpunkte für den folgenden Zeitschritt [i+1] verwendet werden. Um den Aufwand für die Bildzuordnung zu verringern, wird nur eine bestimmte, gut verteilte Menge an Objektpunkten als neue Startpunkte genutzt.

Ein grobes Raster neuer Startpunkte wird aus den Objektpunkten des vorangegangenen Zeitschritts ausgewählt. Die Bildzuordnung des Stereobildpaars [i+1] wird durchgeführt und das Ergebnis kann in gleicher Weise für das Stereobildpaar [i+2] genutzt werden und so weiter (Santel et al., 2004).

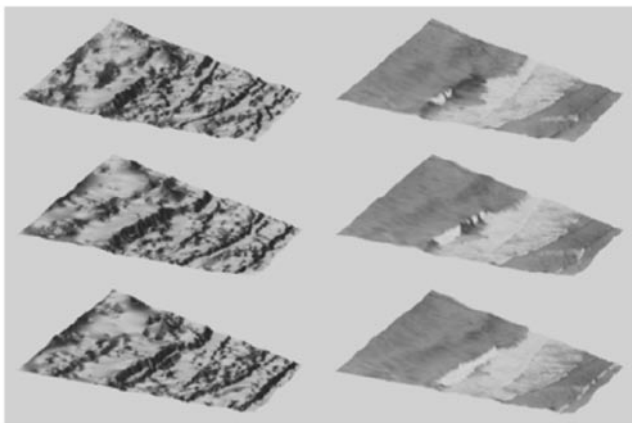


Abb. 2: Sequenz von Wasseroberflächen mit $\Delta t = 1$ s

Abbildung 2 zeigt im linken Teil Ausschnitte aus drei generierten Wasseroberflächen einer Bildsequenz mit einem zeitlichen Abstand von einer Sekunde von Epoche zu Epoche. Die Position der Wellenfronten kann in den Oberflächenmodellen gut erkannt und verfolgt werden. Die zusätzlich erzeugten Orthophotos wurden den ermittelten Oberflächen überlagert (rechte Hälfte der Abbildung 2). Die Ergebnisse der digitalen Bildzuordnung wurden stichprobenweise durch manuelle Stereoauswertungen und Daten der Seegangsmessung überprüft. Die Genauigkeit der Ergebnisse liegen innerhalb der Erwartungen. Probleme entstehen in Bereichen mit schwacher Textur. An manchen Stellen sind die Ergebnisse der Bildzuordnung mit einem hochfrequenten Rauschen überlagert. Weitere Anpassungen des Bildzuordnungs-Algorithmus, um dieses Problem zu lösen werden derzeit vorgenommen.

4. Numerisches Modell

Der zweite Kernpunkt des Projekts ist die Erweiterung des am Institut für Strömungsmechanik entwickelten Boussinesq-Modells BOWAM2. Zur realistischen Simulation der Brandungszone müssen, zusätzlich zu der implizit in den Grundgleichungen enthaltenen nichtlinearen Umwandlung der Wellen, die Energiedissipation durch das Wellenbrechen, der Wellenauf- und überlauf am Strand sowie an den Bühnen berücksichtigt werden. Ferner wurde die Generierung von Wellen im Hinblick auf die Ansteuerung mit photogrammetrische Daten neu überdacht.

Die Grundgleichungen des Modells sind tiefwassererweiterte Boussinesq-Gleichungen, die die lineare Dispersionsbeziehung durch eine (4,4)-Padé-Approximation annähern und somit nichtlineare Transformationen der Wasseroberfläche bis zu einem Verhältnis von Wassertiefe zu Wellenlänge $D/L \approx 1.5$ simulieren können (Schröter, 1995). Die numerische Lösung wird auf einem äquidistanten, kartesischen Gitter mit einem Finite-Differenzen-Verfahren 3. Ordnung durchgeführt.

Die Erweiterung der Grundgleichungen um den Prozess des Wellenbrechens erfolgt über den Ansatz innerer Reibung mit einem Eddy-Viscosity-Concept und das periodische Trockenfallen von Knoten beim Wellenaufwurf wird über die Annahme eines dünnen, residualen Wasserfilms mit dem Wet-Slope-Concept berücksichtigt. Die Einsteuerung von Wellen wird innerhalb des Berechnungsgebietes mit einer Massenquelle realisiert und herauslaufende Wellen werden am Rand über Spongelayern reflexionsfrei gedämpft. Diese Vorgehensweise erhöht zwar den Lösungsaufwand durch die erweiterte Gebietsgröße, hat aber die entscheidenden Vorteile, dass Wellen beliebiger Frequenz generiert werden können (was mit reflexionsfreien Randbedingungen nur eingeschränkt möglich ist) und für die Ansteuerung nur die Wasserspiegelauslenkung benötigt wird, was für die Verwendung photogrammetrischer – aber auch anderer – Messdaten sehr von Nutzen ist.

5. Ergebnisse

Die Erweiterungen des numerischen Modells wurden zunächst durch umfangreiche Vergleiche mit theoretischen Lösungen und Laborversuchen verifiziert. Anschließend erfolgten Simulationen des Bühnenfeldes, wobei die Einsteuerung der Wellen mit Daten der am seeseitigen Rand installierten Bojen vorgenommen wurde.

Beispielhaft hierfür zeigt Abbildung 3 eine Momentaufnahme der Wasseroberfläche, wobei die weißen Bereiche brechende Wellen kennzeichnen.

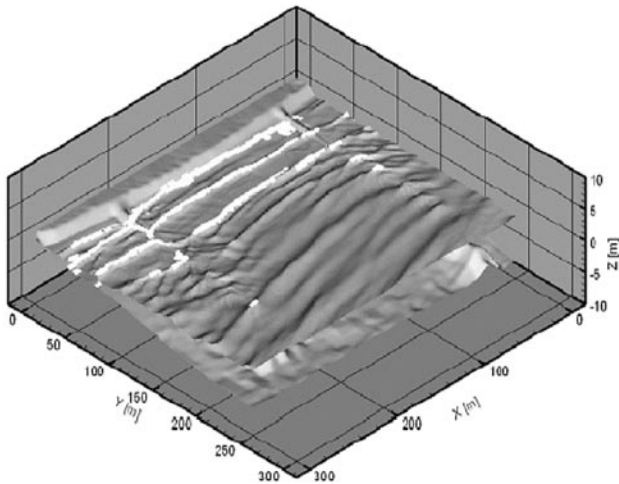


Abb. 3: Momentaufnahme der simulierten Wasseroberfläche

Ein Vergleich mit photogrammetrischen Ergebnissen deutet darauf hin, dass die Lokalisierung der Brecherzone gut vom numerischen Modell erfasst wird. Ebenso zeigt die Gegenüberstellung von Spektren und spektralen Parametern, die aus den punktuell aufgenommenen Zeitreihen der Forschungsstelle Küste gewonnen wurden, eine gute Übereinstimmung mit den simulierten Ergebnissen. Die Generierung von Wellen auf Basis punktueller Bojenmessungen erlaubt allerdings nur eine statistische Reproduktion des Seegangs im Bühnenfeld. Um die Wasseroberfläche phasengenau abzubilden, müssen über den gesamten Modellrand gemessene Werte eingesteuert werden, was exemplarisch für einen Ausschnitt des Bühnenfeldes mit Hilfe photogrammetrischer Daten vorgenommen wurde. Das Beispiel zeigt, dass eine solche Ansteuerung prinzipiell funktioniert und wird jetzt auf größere Gebiete und längere Zeiträume erweitert werden.

6. Literatur

Mittendorf, K. & Zielke, W.: Hind-cast database for the design of offshore wind energy structures in the German Bight. ASCE, Proc. 29th International Conference on Coastal Engineering (ICCE), Lissabon 2004, (im Druck)

Santel, F., Linder, W., Heipke, C.: Stereoscopic 3D-image Sequence Analysis of Sea Surfaces. Proceedings of the ISPRS Commission V Symposium, Istanbul, Turkey, Volume XXXV, Part 5, S. 708–712, July 12–23, 2004

Schröter, A: Nichtlineare zeitdiskrete Seegangssimulation im flachen und tieferen Wasser. Bericht Nr. 42, Institut für Strömungsmechanik, Universität Hannover, 1995

Schröter, A., Mayerle, R., Kahlfeld, A., Zielke, W.: Assessment of a Boussinesq Wave Model for the Design of a Harbour. Conference on Port and Coastal Engineering in Developing Countries (COPEDEC), Rio de Janeiro, 1995

Mathematische Modellierung von Wellenauf- und -überlauf

Dr.-Ing. Markus Witting
 Dipl.-Ing. Ralf Kaiser
 Dipl.-Ing. Hanz D. Niemeyer
 Forschungsstelle Küste des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie, Norderney

Einleitung

Zur Ermittlung von Auflaufhöhen und Überlauftaten an Seedeichen und anderen Küstenschutzwerken werden meist empirische Formeln nach dem Ansatz von Hunt (1959) verwendet. Dabei handelt es sich um Anpassungsfunktionen, die auf Daten physikalischer Modelluntersuchungen verschiedener, als repräsentativ angesehener Seegangszustände und zumeist einfacher Deichgeometrien basieren. Insbesondere für abweichende Deichgeometrien ist die Anwendbarkeit dieser Formeln fraglich oder sogar unzulässig. Physikalische Modellversuche für die gesamte Vielfalt von Deichgeometrien sind wegen des hohen Aufwands bisher nicht vorgenommen worden.

Mit mathematischen Modellen können hingegen mit begrenztem Aufwand alle erdenklichen Geometrien hinsichtlich Wellenauflauf und -überlauf untersucht werden. Richardson et al. (2001) zeigte, dass sogar eine Anwendung für beinahe senkrechte Böschungen (10:1) möglich ist. Effiziente mathematische Modelle auf Basis der Flachwassergleichungen können Wellenzüge von bis zu 1000 Wellen schnell simulieren und sind für Variantenuntersuchungen schon eingesetzt worden (Niemeyer & Kaiser, 1998). Allerdings ist die Ermittlung absoluter Werte noch mit Unsicherheiten behaftet. Vorrangige Zielrichtung des Forschungsvorhabens Optimierung von Deichprofilen war daher, die Anwendungstauglichkeit für verfügbare mathematische Modelle des Wellenauf- und -überlaufs zu prüfen und bei Eignung Möglichkeiten der Optimierung auszuloten.

Es wurden die Modelle OTT-1D und OTT-2D (Dodd, 1998) des Projektpartners HR Wallingford und das Modell ODIFLOCS (van Gent, 1995) des Projektpartners DELFT HYDRAULICS verwendet. Für letztgenanntes sind vornehmlich in der ersten Projektphase Sensiti-

vitätsuntersuchungen durchgeführt worden (Niemeyer et al., 2002). Die zur Validierung verwendeten Messdaten aus dem GWK und dem Wellenkanal des LWI wurden vom Leichtweiß-Institut, Daten aus Versuchen in einem Wellenbecken vom Franzius-Institut, Hannover bereitgestellt. Diese Daten stammen aus den KFKI-Projekten „Belastung der Binnenböschung von See- deichen durch Wellenüberlauf“ und „Schräger Wellen- angriff auf Seedeichen.“

Vergleich mit Messdaten

Abb. 1 zeigt einen Vergleich von im GWK gemessenen zu berechneten mittleren Überlauraten. Die Werte beider Modelle korrelieren recht gut bei einer systematischen Unterschätzung bei größer werdenden Überlauraten. Dabei wirken sich Änderungen der Modellparameter für den Rauigkeitsbeiwerte oder die als minimal angesehene Wassertiefe auf die Höhe der simulierten mittleren Überlauraten aus (Niemeyer et al., 2002).

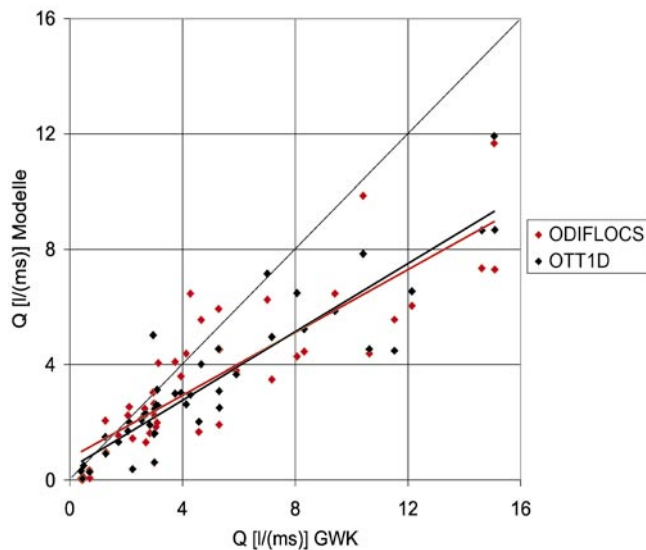


Abb. 1: Berechnete zu gemessenen (GWK) mittleren Überlauraten der Modelle OTT-1D und ODIFLOCS.

Auch die Art und die Lage der Einstromrandbedingung haben einen erheblichen Einfluss auf das Modellergebnis. So verringern sich, vor allem aufgrund der modellinhärenten numerischen Dispersion, die Überlauraten bei Vergrößerung des Modellgebietes und Beibehaltung der räumlichen Modellauflösung. Auch die generelle Anwendbarkeit der Flachwassergleichungen bei Wassertiefen überhalb der Flachwassergrenze ist zu hinterfragen. In Abb. 2 ist zu sehen, dass die Flachwassergleichungen (OTT-1D) in diesem Fall die Zeitreihe der Wasserspiegelauslenkungen im Gegensatz zu einem Boussinesq-Modell nicht mehr naturähnlich simulieren.

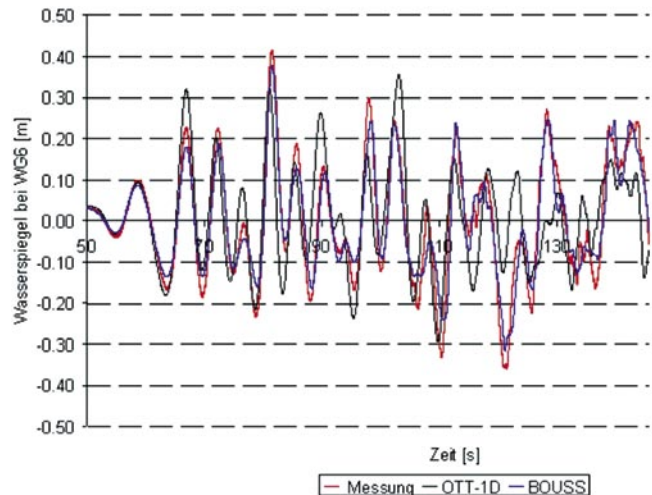


Abb. 2: Mit OTT-1D (—) und einem Boussinesq-Modell (—) berechnete zu gemessener Wasserspiegelauslenkung (—)

Für die Computersimulationen können die Wasserspiegelauslenkungen direkt oder aber ein eindimensionales Seegangsspektrum als Randinformation verwendet werden. Erstere bieten die Möglichkeit eines direkten Vergleiches von Auflaufereignissen unter Laborbedingungen, um die generelle Eignung des Modelltypus für die Auf- und Überlaufberechnung zu untersuchen. Im Anwendungsfall werden allerdings standardmäßig spektrale Informationen des Bemessungsseegangs vorhanden sein. Auch bei Verwendung von Spektren als Randinformation werden gute Resultate erzielt, wie in Abb. 3 dargestellt ist.

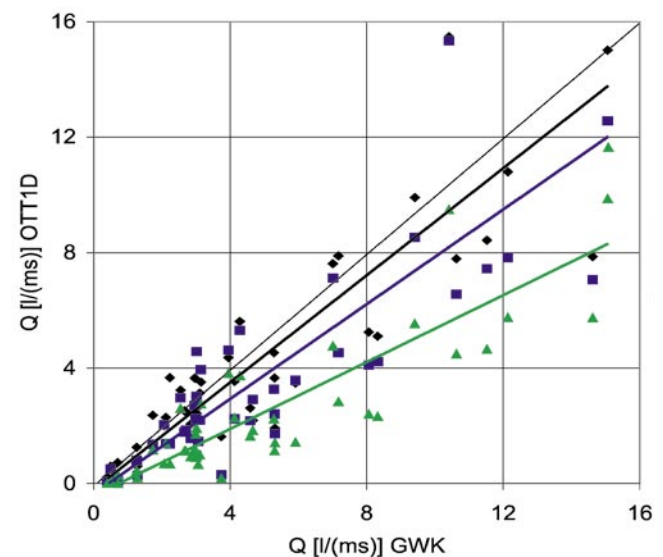


Abb. 3: Berechnete zu gemessenen (GWK) mittleren Überlauraten des Modells OTT-1D bei Verwendung von Spektren als Randinformation. (—) Abstand der Randbedingung vom Deich groß, (—) Abstand mittel, (—) Abstand klein.

Zusammenfassung

Die Modelluntersuchungen zeigten, dass ein ingenieurmäßiger Einsatz der untersuchten Modelle empfohlen werden kann. Neben dem Vorteil der vielseitigen Verwendbarkeit erzielten die Modelle eine bessere Ergebnisqualität bei der Ermittlung der mittleren Überlaufweiten im Vergleich zu empirischen Formeln

Danksagung

Dieses Projekt wurde gefördert vom BMBF unter der Projektnummer 03KIS032. Für die gute Zusammenarbeit bedanken wir uns beim Leichtweiß Institut sowie dem Franzius-Institut. Ein weiterer Dank gilt unseren europäischen Projektpartnern DELFT HYDRAULICS und HR Wallingford für die gelungene Kooperation.

Literatur

Dodd, N.: A numerical model of wave run-up, overtopping and regeneration. ASCE J. Waterways, Port, Coastal and Ocean Eng., 124, pp 73–81, 1998

Niemeyer, H. D., Kaiser, R.: Untersuchungen zum Bestick von Versuchsaußenböschungen am Elisabethgrodend-Deich, Wangerland, Ber. Forsch.-Stelle Küste, Bd. 115 (unveröffentlicht), 1998

Niemeyer, H. D., Schulz, D., Kaiser, R., Möller, J., Schüttrumpf, H., Pullen, T., van Gent, M. R. A.: Validation of mathematical modelling of wave overtopping on dykes, ICCE 2002 Cardiff, ASCE, New York, July 2002

Richardson, S. R., Ingram, D. M., Mingham, C. G. & Causon, D. M.: On the validity of the shallow water equations for violent wave overtopping, Waves 2001 4th Int Symp. on Ocean Measurement and Analysis. San Francisco, California, 2001

Van der Meer, S. W. and Janssen, J. P. F. M.: Wave run-up and wave overtopping at dikes. Published in: Wave Forces inclined and Vertical Structures., Ed. Z. Demirebilek. pp. 1–27, 1995

Van Gent, M. R. A.: Wave interaction with permeable Coastal Structures. Dissertation. Delft Hydraulics Press, 1995

Stationäres 3D-Strömungsmesssystem für hochturbulente Strömungszustände unter Tide-, Strömungs- und Welleneinfluss

Dr.-Ing. W. Reimche

Dr.-Ing. Fr.-W. Bach

Institut für Werkstoffkunde, Bereich Zerstörungsfreie Prüfverfahren, Universität Hannover

Dipl.-Ing. J. Scheffermann

Dr.-Ing. A. Matheja

Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann

Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen der Universität Hannover

Dipl.-Phys. J. Walter

Dipl.-Chem. S. Barcikowski

Dr.-Ing. J. Bunte

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. med. h.c. H. Haferkamp

Laser Zentrum Hannover e.V.

Abstract

Vermeehrt aufgetretene Schadensfälle an verschiedenen wasserbaulichen Strukturen unterstreichen die Notwendigkeit einer neuen Messtechnik und einer angepassten Numerik, um Betriebszustände im voraus genauer zu simulieren und somit kritische Belastungen von vornherein ausschließen zu können. Die Anwendung numerischer Verfahren für die Beschreibung derartiger Strömungsvorgänge ist zwar möglich, jedoch in ihrer Aussagefähigkeit bisher begrenzt, da die notwendige Datengrundlage für eine Kalibrierung bzw. Validierung der zeitlich und räumlich hochauflösenden Modelle weitestgehend fehlt. Die für diese Betriebszustände maßgeblichen Randbedingungen wie eine freie Oberfläche und bewegliche Geometrien sind für ein in einem solchen Anwendungsfall notwendiges, großflächiges und abschnittsweise fein aufgelöstes Modellgebiet noch nicht angewandt worden.

Ziel des Vorhabens ist es daher, ein stationäres 3D-Strömungsmesssystem, bestehend aus Particle-Image-Velocimeter (PIV), mechanischem Strömungsmesssystem und Trägersystem für hochturbulente Strömungszustände zu entwickeln, aufzubauen, im Wasserlabor zu testen und anhand des ausgewählten Fallbeispiels Emssperrwerk zu erproben sowie die gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten zur Verifizierung und Kalibrierung eines numerischen Modells für das Fallbeispiel zu nutzen.

Im Rahmen der Entwicklung des numerischen Modells wurden am Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen erfolgreiche Simulationen mit dem beweglichen Modell eines Hubtores durchgeführt. Der Vergleich der Simulationsergebnisse mit Messdaten einer ADV-Sonde zeigte zufrieden stellende Übereinstimmungen. Dies lässt die Validierung der Simulationsergebnisse mit den räumlich und zeitlich wesentlich höher aufgelösten PIV-Messdaten sinnvoll und sehr aussichtsreich erscheinen. Insbesondere ein Vergleich der sich bildenden Wirbelstrukturen wird mit den PIV-Messdaten möglich. Bei der Simulation der Strömungsgeschwindigkeiten im und am Emssperrwerk sind Vergleiche mit den Ergebnissen von durchgeführten physikalischen Modellversuchen qualitativ zufrieden stellend durchgeführt worden. Hier erfolgt zur Zeit die Simulation mehrerer Lastfälle, um eine genaue Aussage über die Qualität der Ergebnisse zu erhalten.

Ein Particle-Image-Velocimeter erlaubt die Messung von Strömungsgeschwindigkeiten zwei bzw. dreidimensional über einen weiten Geschwindigkeitsbereich. Basierend auf der selektiven, getriggerten Beleuchtung einer geeigneten Ebene innerhalb eines Strömungsprofils mit speziell an die Aufgabe angepasster Laserstrahlung und der Erfassung des hierdurch erzeugten Bildes mittels einer CCD-Kamera bzw. zwei CCD-Kameras zur quasi 3D-Darstellung, können durch die simultane Aufnahme einer Vielzahl von Punkten wesentliche Erkenntnisse hinsichtlich der Strömungsverhältnisse in Form von Geschwindigkeitsvektoren zeit- und ortsaufgelöst gewonnen werden. Die Geschwindigkeit wird durch die Auswertung des aufgenommenen Partikelversatzes innerhalb der Zeitspanne zwischen zwei Belichtungsimpulsen berechnet, wobei die zu untersuchende Strömung eine ausreichende Partikel-Konzentration aufweisen muss.

Nach Zusammenstellung und Abstimmung der einzelnen Komponenten des PIV-Systems durch das Laser Zentrum Hannover in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern ist die nötige mechanische und steuerungstechnische Flexibilität des lasergestützten Gesamtsystems zur Anpassung an verschiedene Randbedingungen, wie Trübung, Platzbedarf und Beobachtungsfeldgröße, an unterschiedlichen Einsatzorten erreicht. Basierend auf umfangreiche Softwaretests erfolgte eine Auswahl von Parametersätzen, die die Konstellation im Praxisversuch berücksichtigen. Es zeigt sich ein komplexer Zusammenhang zwischen vorgefundener Trübung, zusätzlichen oder natürlichen Seedings und der am Laser zu wählenden Intensität. Es besteht keine einfache mathematische Verknüpfung von einzustellender

Intensität und Trübung. Die gefundenen Daten sind standortspezifisch und ergeben jeweils eine individuelle Parametermatrix. Wie die Praxisversuche im Modellmaßstab zeigten, sind die in natürlichen Gewässern enthaltenen Partikel geeignet, ausreichend gute Streulichtreflexe zu generieren. Je nach Aufgabenstellung bewährt sich das 3D-PIV-Messsystem im 2D- oder 3D-Modus zur Visualisierung von Geschwindigkeitsbereichen, Erstellung von Tiefenprofilen und Darstellung von Turbulenzen. Der Einsatz des Systems an Orten mit unterschiedlichen Strömungsbedingungen verifiziert die große Robustheit und Mobilität des Gesamtsystems. Die mechanische Flexibilität bei der Anordnung der Komponenten ist ein wesentlicher Vorteil bei der Anpassung an die jeweiligen baulichen bzw. geometrischen Randbedingungen. Mittlerweile werden gemeinsame Versuche der unterschiedlichen Systeme parallel durchgeführt, um die Datenbasis für das numerische Strömungsmodell zu erhöhen.

Zusätzlich zum Particle-Image-Velocimeter (PIV) wurde am Institut für Werkstoffkunde, Bereich Zerstörungsfreie Prüfverfahren, ein robustes mechanisches Anströmkörper-Strömungsmesssystem entwickelt, welches die Strömungsgeschwindigkeit in den drei Raumrichtungen über die Auslenkung eines Stabes mit einem Anströmkörper ermittelt. Dieses liefert einerseits dem PIV-System Referenzwerte, andererseits ermöglicht diese kostengünstige Messtechnik, die auch unabhängig von der PIV-Sensorik einsetzbar ist, die Datenbasis für das numerische Strömungsmodell durch Langzeitmessungen an ausgewählten Messstellen zu erhöhen. Es wurden verschiedene Modelle des mechanischen Anströmkörper-Strömungsmesssystems mit unterschiedlicher Messtechnik aufgebaut und unter realistischen Bedingungen evaluiert. Strömungsmessungen im Vergleich mit einer ADV-Sonde als Referenz ergaben für die Hauptströmungsrichtung eine sehr gute Übereinstimmung der Messwerte auf das ausgewählte System. Zur Zeit wird der Einfluss von mehrdimensionalen, turbulenten Strömungen auf das Messsystem untersucht.

Um die verschiedenen Messsysteme unter unterschiedlichen realen Betriebsbedingungen zu beurteilen, wurde hinsichtlich der geforderten Randbedingungen ein Pfeiler des Emssperrwerks ausgewählt. Dieser Einsatzort ist charakterisiert durch hohe Strömungsgeschwindigkeiten infolge Ebb- und Flutstrom, stark unterschiedliche Wasserstände innerhalb einer Tide, variierenden Salzgehalt aufgrund der Tide, die Trübung des Wassers beeinflussende Schwebstofffracht sowie unterschiedliche Betriebszustände beim Öffnen und Schließen der Sperrwerkstore. In Zusammenarbeit

mit dem NLWK-Projektteam Emssperrwerk wurde ein Installationsort des Strömungsmesssystems in der Nebenöffnung 1 des Emssperrwerks, gegenüber der Betriebskanzlel ausgewählt. An dieser Position ist mittlerweile ein Schienensystem angebracht, das es ermöglicht, das Trägersystem mit den Messsystemen flexibel in unterschiedlichen Tauchtiefen und Abständen von der Pfeilerwand zu positionieren.

MUSE-Statistisch-probabilistische Einordnung von Sturmfluten mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen
Dipl.-Ing. Christoph Mudersbach
fwu Siegen

Im Jahr 2002 wurde das KFKI-Forschungsvorhaben „Modellgestützte Untersuchungen zu Sturmfluten mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten (MUSE)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (bmbf) mit einer Dauer von drei Jahren genehmigt. Das Vorhaben ist ein Verbundprojekt der Forschungsstelle Wasserwirtschaft und Umwelt (fwu) an der Universität Siegen, dem Deutschen Wetterdienst (DWD) und dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).

Die statistische Einordnung von extremen Wasserständen mit sehr kleinen Eintrittswahrscheinlichkeiten ($<10^{-3}$) ist durch eine statistische Analyse der beobachteten Daten nicht sicher abzuschätzen. Aus einer Beobachtungsreihe von ca. 100 Jahren kann nach statistischen Grundsätzen nur auf die 2- bis 3-fache Länge dieser Zeitreihe extrapoliert werden.

Durch das KFKI-Projekt MUSE sollen zusätzliche Informationen im Bereich von sehr seltenen Extremereignissen erarbeitet werden, die eine deutlich größere Extrapolationszeitspanne ermöglichen. Dazu eignen sich Simulationen von physikalisch konsistenten Sturmflutwetterlagen und die Modellierung von zugehörigen Windstauwerten bzw. Wasserständen; diese zusätzlichen Informationen können in die statistisch-probabilistische Datenanalyse einfließen und verbessern.

Dabei ist zu beachten, dass es mehrere Möglichkeiten gibt, diese zusätzlichen Informationen in die statistische Analyse einzubeziehen. Mit den zu erwartenden Ergebnissen wird die Diskussion der statistischen Einordnung von extremen Sturmfluten auf Grundlage unterschiedlicher Ansätze auf eine deutlich breitere Basis gestellt; dabei erheben einzelne Ansätze nicht den Anspruch auf „Richtigkeit“.

Das Problem der statistischen Einordnung von extremen Wasserständen ergibt sich immer dann, wenn ein Ereignis auftritt, welches deutlich größer ist als die zuvor beobachteten Ereignisse, oder auf ein Ereignis mit einer sehr kleinen Eintrittswahrscheinlichkeit geschlossen werden soll.

Durch das Auftreten eines Extremwertes ändern sich oft die Ergebnisse der statistischen Einordnung erheblich. Dieser Effekt konnte im Jahr 2002 beim Elbehochwasser festgestellt werden, woraufhin die statistischen Verfahren teilweise gänzlich in Frage gestellt wurden. Diese Unsicherheit bei der Einordnung solch extremer Werte führt auch an der Ostsee zu der Tatsache, dass für Aufgaben im Küsteningenieurwesen meistens auf eine weitergehende statistische Analyse verzichtet wird und das Hochwasserereignis von 1872 maßgebend ist, welches „augenscheinlich“ nicht in die beobachtete Zeitreihe passt (Abb. 1).

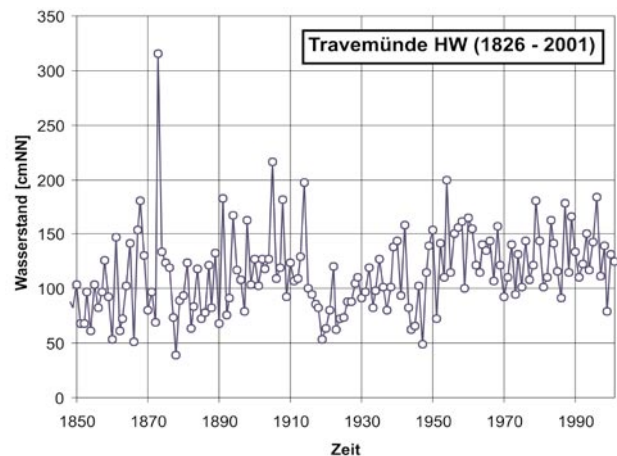


Abb. 1: HW-Zeitreihe des Pegels Travemünde (Ostsee)

Bei der Untersuchung dieses Sachverhaltes stellen sich zunächst folgende Fragen: Sind außerordentliche Extremereignisse (z.B. Travemünde 1872 oder Elbe 2002) Ausreißer oder gehören sie zur natürlichen Variabilität einer Zeitreihe? Gibt es einen höchsten Wasserstand, der physikalisch begründet werden kann? Es erscheint zunächst plausibel, dass es einen theoretisch höchstmöglichen Wasserstand gibt, der damit eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von $P_{\bar{u}} = 0$ besitzt, ohne die Größenordnung dieses Wasserstandes festzulegen. Aus diesem Grund wurde im Forschungsvorhaben MUSE ein statistisch-probabilistisches Verfahren entwickelt, welches auf der Allgemeinen Extremwertverteilung (GUMBEL Typ III) beruht, bei dem jedoch ein oberer Grenzwert definiert werden kann, dem sich die Verteilungsfunktion asymptotisch nähert. Um die Variabilität einer Zeitreihe untersuchen zu können, wurden umfangreiche

Monte-Carlo-Simulationen implementiert, mit deren Hilfe eine Vielzahl von synthetischen Zeitreihen generiert werden können, die in ihrer Struktur der beobachteten Datenreihe entsprechen. Die bisherigen Zwischenergebnisse der Monte-Carlo-Simulationen

mer modellierter Wasserstand hinzugefügt und damit Verhältnisse nach Abbildung 1 simuliert, so zeigt sich, dass hiervon die Ergebnisse des entwickelten Verfahrens ProMUSE nicht so stark beeinflusst werden wie die Ergebnisse der „klassischen“ Verfahren.

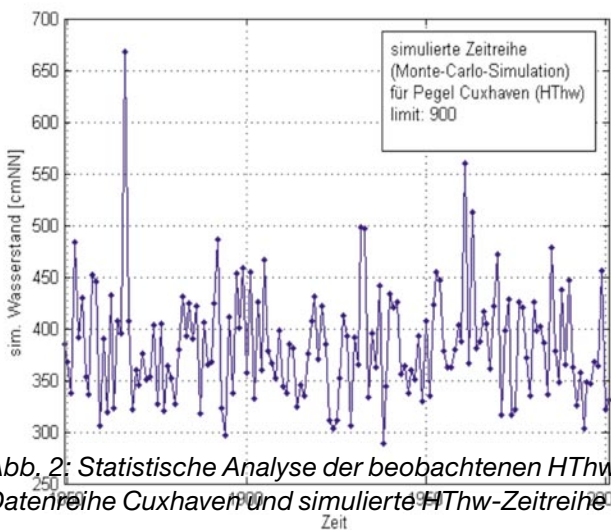
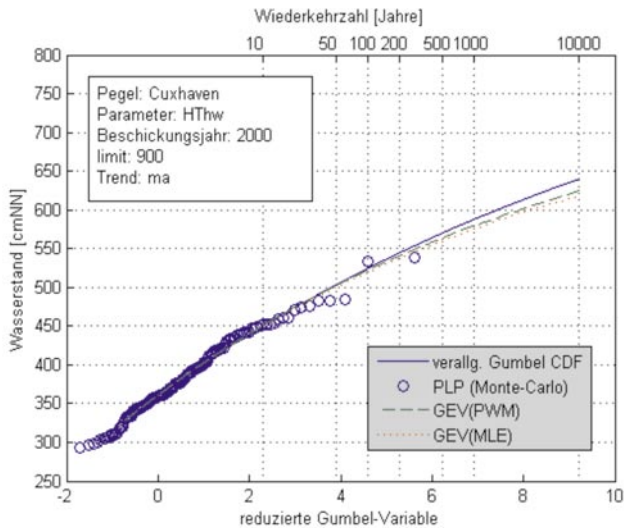


Abb. 2: Statistische Analyse der beobachteten HThw-Datenreihe Cuxhaven und simulierte HThw-Zeitreihe

zeigen, dass sich maximale Extremwerte ($P_{\bar{U}} < 10^{-4}, -5, \dots$) berechnen lassen, die jedoch deutlich unterhalb der Obergrenze der Verteilungsfunktion liegen.

Daraus folgt die Möglichkeit, diese Werte den modellierten maximalen Wasserständen des BSH gleichzusetzen und damit physikalisch begründete Zusatzinformationen zu erhalten. Die statistisch-probabilistischen Auswertungen der beobachteten Daten (Cuxhaven HThw) zeigen im Vergleich zu den bisher verwendeten Verfahren ähnliche Ergebnisse. Dass ein Extremereignis, welches deutlich über den bisherigen Beobachtungen liegt, in einer Zeitreihe auftreten kann, kann ebenso durch Monte-Carlo-Simulationen nachgebildet werden (Abb. 2). Wird der beobachteten Zeitreihe ein extre-

Zusammenfassend kann nach dem derzeitigen Stand der Untersuchungen festgestellt werden, dass die ursprüngliche Zielsetzung der Simulation von Sturmflutwetterlagen erfolgreich ist und darüber hinaus ein statistisch-probabilistisches Verfahren entwickelt wurde, welches die modellierten Zusatzinformationen (DWD, BSH) einbeziehen kann. Die vorgestellten Verfahren und Ergebnisse zur statistischen Einordnung von extremen Sturmfluten müssen noch weiterentwickelt und verifiziert werden.

MUSE – Modelluntersuchungen zu Extremsturmfluten

Dipl.-Ozean. Ingrid Bork
Dipl.-Ozean. Sylvin Müller-Navarra
BSH Hamburg

Dipl.-Met. Christian Koziar
Deutscher Wetterdienst

Im Jahr 2002 wurde das KFKI-Forschungsvorhaben „Modellgestützte Untersuchungen zu Sturmfluten mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten (MUSE)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (bmbf) mit einer Dauer von 3 Jahren genehmigt. Das Vorhaben ist ein Verbundprojekt der Forschungsstelle Wasserwirtschaft und Umwelt (fwu) an der Universität Siegen, dem Deutschen Wetterdienst (DWD) und dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).

Ausgelöst durch das Sturmtief Anatol im Dezember 1999 entwickelte sich, wie nach den katastrophalen Sturmfluten in den Jahren 1962 und 1976, eine neue Diskussion um mögliche Höhen von extremen Sturmfluten. Das Projekt MUSE (Modellgestützte Untersuchung zu Sturmfluten mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten) will die Grundlage solcher Diskussionen verbreitern, indem es das Kollektiv hoher Sturmfluten der Nordsee durch realistische, aber noch nicht eingetretene Sturmfluten ergänzt. Dazu wurden die Wetterlagen der Sturmfluten 1962, 1967, 1976, 1990, 1994 und 1999 entsprechend dem Ensemble-Prediction-System (EPS) des Europäischen Zentrums

für mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) und durch Verschiebung des Startermins der Simulation variiert. So entstanden im Mittel 750 neue potentielle Wettervorhersagen pro Sturmflutwetterlage.

Aus statistischen Untersuchungen ist bekannt, dass WNW-Winde die größte Wasserstandserhöhung in Cuxhaven verursachen. Als Sturmwetter-

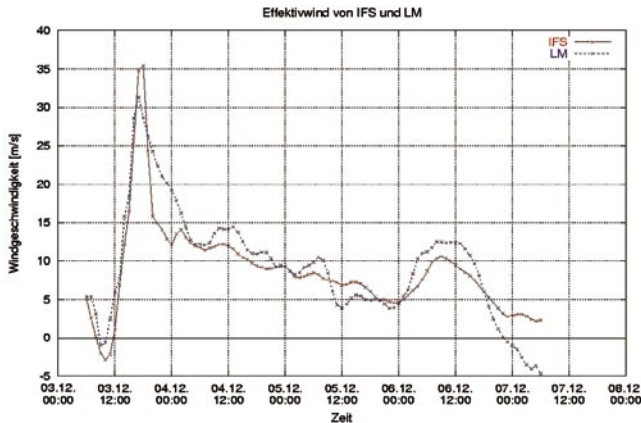


Abb. 1: Effektivwind von IFS und LM (EPS05-1999)

lagen wurden daher nur solche Wetterlagen betrachtet, für welche die Projektion des über die Deutsche Bucht gemittelten Winds auf diese stauwirksame Richtung, der Effektivwind, mehr als 22 m/s betrug. Dieses Kriterium erfüllen im Mittel nur 0,7% der Varianten je Sturmflutwetterlage. Ursprünglich sollten diese mit dem ECMWF-Modell (IFS) durchgeführten Simulationen nur als Randwerte für das lokale Modell (LM) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) dienen. Da jedoch Unterschiede in den Berechnungen der beiden meteorologischen Modelle auftraten (Abb. 1), ohne dass eines der beiden Modelle verworfen werden konnte, ergaben sich insgesamt 59 Wetterlagen zur weiteren Verarbeitung am Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).

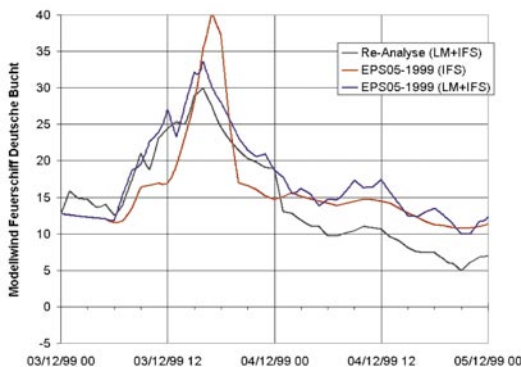


Abb. 2: Modellwind von EPS05-1999 (IFS), EPS05-1999 (LM+IFS) und Re-Analyse (LM+IFS) am Feuerschiff Deutsche Bucht

Am BSH steht eine im operationellen Betrieb bewährte Modellkette für die Wasserstandsvorhersage zur Ver-

fügung. Mit einem zweidimensionalen, barotropen Modell der Nordsee und der westlichen Ostsee wurde eine weitere Sichtung vorgenommen. Nur Simulationen mit einem maximalen Wasserstand in Cuxhaven größer 6 m über NN oder einem Windstau – bezogen auf das zeitlich nächste HW oder NW der vorausgerechneten Modellzeit – größer als 4,50 m wurden mit dem dreidimensionalen, baroklinen und in der Deutschen Bucht hoch auflösenden Modell (horizontal etwa 2 km) des BSH nachgerechnet.

Tatsächlich ergab eine EPS-Variation des Sturmtiefs Anatol (1999) den höchsten Wasserstand in Cuxhaven. Auch in diesem speziellen Fall unterscheiden sich

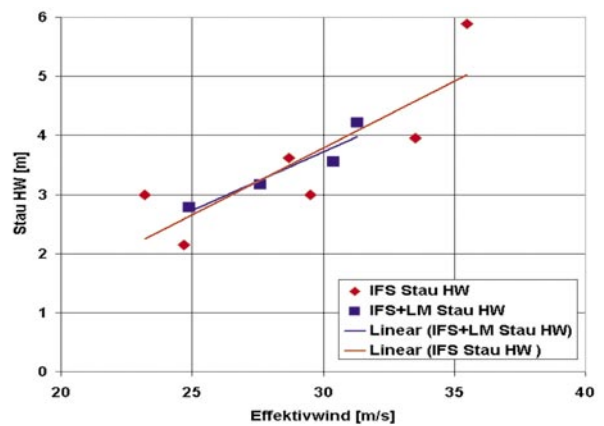


Abb. 3: Stau bei HW in Cuxhaven als Funktion des maximalen Effektivwinds für Sturmflut 1999 (zweidimensionale Simulationen)

die Simulationen mit den IFS-Winden deutlich von denen mit den LM-Winden, sowohl im Windstau (Abb. 3) als auch im maximalen Wasserstand in Cuxhaven (Tab. 1).

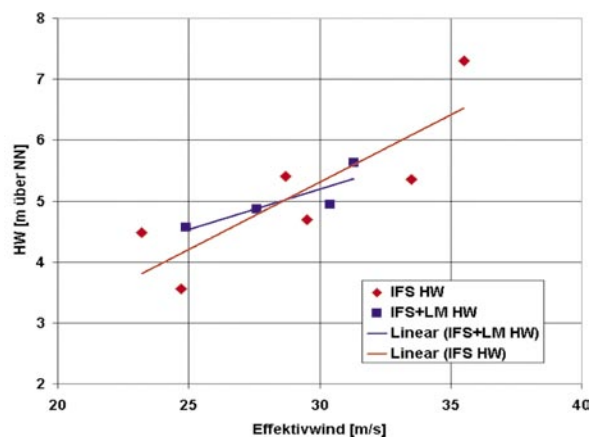


Abb. 4: Maximale Effektivwinde und maximale Wasserstände in Cuxhaven für Sturmflut 1999 (zweidimensionale Simulationen)

Die Variante EPS05-1999 wurde wegen seines maximalen Wasserstands in Cuxhaven von 7,30 m über NN

für die IFS-Winde mit dem dreidimensionalen Modell nachgerechnet. Es ergibt sich ein leicht niedrigerer Wert von 7,27 m über NN. Abb. 5 zeigt die räumliche Verteilung des Windstaus für die Deutsche Bucht. Die Erhöhung gegenüber der Re-Analyse (Abb. 6) beruht auf einer Verlagerung des Sturmtiefs und stärkeren Luftdruckgradienten.

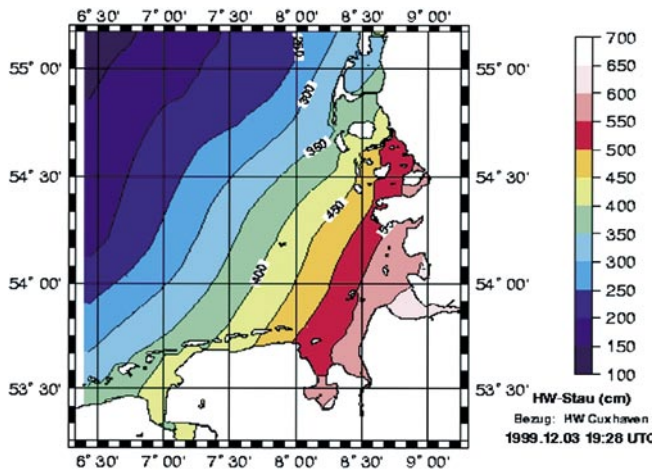


Abb. 5: Stau bei HW EPS05 1999 (dreidimensionale Simulation)

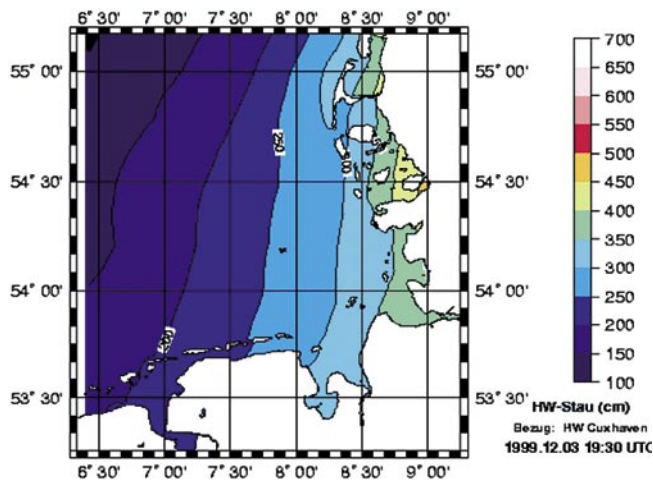


Abb. 6: Stau bei HW Re-Analyse 1999 (dreidimensionale Simulation)

Der Einfluss von Parametrisierungen auf meteorologische Modelle zeigt sich im Unterschied zwischen IFS- und LM-Winden. Beide Versionen lassen sich physikalisch rechtfertigen. Auch der Ansatz für den sogenannten Windschubspannungskoeffizienten ist kritisch. Bei einer Sensitivitätsstudie mit unterschiedlichen Ansätzen ergab die im normalen Vorhersagebetrieb des BSH verwendete Parametrisierung die beste Übereinstimmung mit den 1999 beobachteten Werten.

Die EPS-Wetterlagen sind physikalisch sinnvolle Variationen tatsächlicher Wetterlagen. Es erforderte einen

extrem hohen Rechenaufwand, diese sehr seltenen Ereignisse – extreme Stürme und Sturmfluten – überhaupt zu finden. Trotz gewisser immer noch vorhandener Unsicherheiten von Modellrechnungen, gibt es zur Zeit keinen verlässlicheren Weg, extreme Wasserstände abzuschätzen und hinreichend physikalisch zu begründen.

Höhenänderungen im Küstenbereich der Ostsee

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Dietrich,
Dipl.-Ing. Jens Wendt,
Dipl.-Ing. Andreas Richter
Technische Universität Dresden,
Institut für Planetare Geodäsie

Zusammenfassung:

Für die Modellierung küstennaher Naturprozesse stellen Niveaueverschiebungen zwischen Meeresspiegel und Festland eine entscheidende Rolle. Diese relativen Höhenänderungen können aus Pegelmessungen abgeleitet werden, sie stellen jedoch einen kombinierten Effekt aus Veränderungen des Wasserstandes und Vertikalbewegungen der Küste dar. Im vorgestellten Projekt wurden wiederholte Nivellements genutzt, um landseitige Höhenänderungen zu bestimmen und somit eine Separierung der sich in den Pegelmessungen überlagernden Prozesse zu ermöglichen.

Entlang der deutschen Ostseeküste wurden seit 1869 acht Präzisionsnivellements durchgeführt. Für diese Messperioden liegen linienweise Festpunkthöhen oder die zwischen den Punkten gemessenen Höhenunterschiede vor. Dieses Datenmaterial weist Inhomogenitäten hinsichtlich der Definition des Höhensystems, des Auswertansatzes (Korrekturen, Ausgleichsmethoden), Linienführung sowie der Dokumentation (Punktbeschreibungen, Angaben zu Messentfernungen und Messmethodik) auf.

Im Rahmen des vorgestellten Projektes wurden erstmals die Ergebnisse der historischen und der aktuellen Nivellementsmessungen in einer gemeinsamen, weitestgehend homogenisierten Datenbasis zusammengeführt. Dazu wurden Messdaten und Zusatzinformationen bezüglich angewandter Auswertverfahren, zum Teil unveröffentlicht, erschlossen, rechentechnisch erfasst und aufbereitet sowie erneute Einmessungen einzelner Punkte im Rahmen von Feldarbeiten durchgeführt. Im Ergebnis liegen linien- und epochenweise Dateien von gemessenen bzw. aus Höhenverzeich-

nissen abgeleiteten Höhenunterschieden zwischen Messpunkten vor. Für jede Nivellementsline wurde weiterhin eine Datei mit relevanten Punktinformationen zusammengestellt. In den Nivellementsdateien wurden identische, in den verschiedenen Epochen mehrfach eingemessene Punkte identifiziert und gekennzeichnet.

Die wiederholte Höhenbestimmung dieser Punkte bildet die Grundlage für die Ableitung relativer zeitlicher Höhenänderungen. Dazu wurde ein komplexes Auswerteverfahren entwickelt und rechentechnisch implementiert. Dabei wird, wo vorhanden, auf die unkorrigierten gemessenen Höhendifferenzen zwischen Messpunkten zurückgegriffen, um systematische, durch Festlegungen der Höhensysteme und Auswertemethoden hervorgerufene Effekte zu vermindern. Die Höhenänderung zwischen jeweils zwei Punkten wird als linearer Trend der zeitlichen Änderung ihrer Höhendifferenz ermittelt.

Durch die Aufbereitung langjähriger Pegelreihen wurden säkulare Niveauänderungen zwischen Meeresspiegel und Festland abgeleitet. Räumliche Unterschiede in diesen Relativverschiebungen können zum Vergleich mit den aus Nivellements berechneten Höhenänderungen entlang der Küste herangezogen werden. Diese unabhängig bestimmten Relativbewegungen erlauben die Abschätzung des Genauigkeitspotentials der Nivellementsauswertung.

Im Vortrag werden Methodik und Ergebnisse generell vorgestellt. Beispielhaft wird die Bestimmung räumlicher Variationen der Hebungsraten als Ergebnis der Nivellementsauswertung, ihre geowissenschaftliche Interpretation sowie ihre Konsistenz mit Pegelmessungen diskutiert. Daraus sich ergebende Implikationen für Belange des Küstenschutzes werden herausgestellt.

KoDiBa – Entwicklung und Implementierung von Methoden zur Aufbereitung konsistenter digitaler Bathymetrien

Dr.-Ing. habil. Peter Milbradt
 Dr.-Ing. Frank Sellerhoff
 Dipl.-Ing. Nils Krönert
 smile consult GmbH, Hannover

Regelmäßig durchgeführte Seevermessungen bilden die Datengrundlage für großräumige Untersuchun-

gen der Tiefenverteilung und der morphologischen Veränderungen entlang der deutschen Nord- und Ostseeküste sowie für die Beantwortung weitergehender Fragestellungen beispielsweise durch numerische Modelle. Trotz großer Fortschritte im Bereich der Messtechnik und hohem Aufwand ist es im Allgemeinen nicht möglich, alle Gebiete von Interesse in kurzen Zeiträumen flächendeckend zu vermessen. So sind die Ergebnisse der Vermessungen häufig dadurch geprägt, dass sie nur kleinräumig vorliegen und die Datenerhebung angrenzender Gebiete zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgt. Dieser Umstand wird sich auch in der Zukunft nicht ändern.

Die Erstellung von digitalen Geländemodellen auf der Basis dieser Vermessungen erweist sich aufgrund der vorgenannten Situation derzeit als sehr fehlerträchtig und zeitaufwändig. Dies gilt insbesondere dann, wenn das Untersuchungsgebiet morphologischen Veränderungen unterworfen ist. Der Zeithorizont dieser Veränderungen, der nach physikalischer Natur des Phänomens im Bereich von Tagen, Wochen oder sogar Monaten liegen kann, behindert die Erstellung konsistenter und damit plausibler Geländemodelle erheblich.

Im Zentrum des KFKI-Projektes „Entwicklung und Implementierung von Methoden zur Aufbereitung konsistenter digitaler Bathymetrien – KoDiBa“ steht die – Entwicklung und prototypische Implementierung von Werkzeugen zur Überwindung der zuletzt beschriebenen Problematik.

Hierzu war es zunächst notwendig, eine geeignete problemangepasste Datenverwaltung zu entwickeln, die es erlaubt, sowohl die projektrelevanten Daten als auch die für den Projekterfolg unerlässlichen Metadaten zu erfassen. Das als „reversibles Datenmodell“ bezeichnete System erlaubt die Nachverfolgung sämtlicher im Rahmen der Verifikation und Plausibilisierung durchgeführten Änderungen an den Basisdaten und wurde mit Hilfe eines relationalen Datenbankschemas implementiert. Die Protokollierung sämtlicher Bearbeitungsschritte ermöglicht es, jederzeit den Originalzustand der Daten wiederherzustellen und die archivierten Daten – auch in Zukunft – nach dem aktuellen Kenntnisstand zu bewerten. Die einheitliche Verwaltung der Daten und zugehörigen Metadaten bildet in Verbindung mit den im Rahmen der Projektarbeit entwickelten Methoden die technologische Basis von KoDiBa.

Zu den wesentlichen Metainformation der zu unterschiedlichen Zeitpunkten an unterschiedlichen Orten aufgenommenen Daten gehören der räumliche und der zeitliche Aussagebereich. Im Rahmen des Pro-

jekt es wurden für diese Aufgabenstellung geeignete Verfahren entwickelt, prototypisch implementiert und anhand der Beispieldaten aus dem Projektgebiet (Küstenvorfeld Borkum, Juist, Norderney) erprobt. Die Berechnung digitaler Bathymetrien kann nur in Bereichen erfolgen, die innerhalb der Aussagebereiche der zur Verfügung stehenden Messungen liegen.

Die Hinzunahme der Zeit führt zu einer vier-dimensionalen Betrachtungsweise und erfordert die Erweiterung bekannter Interpolationsverfahren bzw. die Entwicklung neuartiger Ansätze. Diese Verfahren können durch die Berücksichtigung von räumlichen und/oder zeitlichen Strukturen weiter verbessert werden. Die entwickelten örtlich-zeitlichen Interpolationsverfahren ermöglichen die Bestimmung eines Tiefenwertes zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort innerhalb des Aussagebereiches.

Die im Rahmen von KoDiBa entwickelten örtlich-zeitlichen Interpolationsverfahren sowie deren prototypische Implementierung in einem Bathymetriesimulator eröffnen darüber hinaus neue Perspektiven zur Beurteilung und Auswertung bathymetrischer Messdaten. An ausgewählten Beispielen konnten unter anderem Aussagen über Tiefenänderungen bzw. Volumenänderungen getroffen werden.

Die Übertragung der entwickelten Verfahren zur Datenverifikation, Interpolation und Analyse sowohl auf andere Untersuchungsgebiete als auch auf andere Datenarten wie beispielsweise Sedimentparameter, Schadstoffe oder auch andere ökologische Kenngrößen ist denkbar.

NOKIS – Bausteine von Informationssystemen in der Küstenzone

Dr.-Ing. Rainer Lehfeldt
Dipl.-Geogr. Carsten Heidmann
Bundesanstalt für Wasserbau – Hamburg

Das **Nord- und Ostsee-Küsten-Informationssystem** NOKIS ist als KFKI-Forschungs- und Entwicklungsprojekt (03KIS027) in den Jahren 2001 bis 2004 im Verbund von Bundes- und Landesdienststellen aufgebaut worden. Dabei waren Mitarbeiter von ALR Husum, NPA Tönning, WSD-NW Aurich, NLWK Norden, NLPV Wilhelmshaven von Anfang an sowohl als Bereitsteller von Metadaten wie auch als unmittelbare Nutzer des Systems beteiligt. Das so entstandene Informationssystem ist auf Fragestellungen aus der Küstenzone

abgestimmt und wird bei der BAW Hamburg unter der Web-Adresse <http://nokis.baw.de> dauerhaft betrieben.

In den beteiligten Dienststellen sind Metadaten zur standardisierten Dokumentation von vorhandenen Datenbeständen und verfügbarem Kartenmaterial erhoben worden. Dies unterstützt vor Ort die tägliche Arbeit, und Metadaten werden weiterhin ständig aktualisiert. Mit Hilfe von beschreibenden Informationen, die neben dem wer, was, wie vor allem auch Angaben zum wo und wann enthalten, können gezielte Recherchen durchgeführt werden, die räumliche und zeitliche Einschränkungen zulassen. Solche Möglichkeiten werden erstens bei der lokalen Datenverwaltung eingesetzt und zweitens nach Übermittlung der Metadaten an den Zentralserver bei der BAW auch beim globalen Informationsaustausch über das NOKIS-Portal im Internet genutzt.

Ergänzt wird diese Informationsbasis durch eine Projektdatenbank zu sämtlichen abgeschlossenen und derzeit geförderten KFKI-Projekten, in der vor allem elektronisch vorliegende Berichte online verfügbar gemacht werden. Ältere Dokumentationen sind von der KFKI-Bücherei <http://kfki.baw.de> ausleihbar, die ebenfalls bei NOKIS eingebunden ist. Diese für den Projektträger Jülich PTJ dauerhaft unterhaltene Datenbank leistet einen formalen Beitrag zur Transparenz der Forschung in der Küstenzone und führt darüber hinaus die Links zu allen Internetauftritten, die von den jeweiligen Projekten gepflegt werden sollen, zusammen.

Neben standardisierten Metadaten zur qualifizierten Expertensuche kommt noch eine Volltext-Indexierung von digitalen Quellen zum Einsatz. Damit werden für NOKIS sowohl externe Web-Seiten wie auch die erwähnten elektronischen Berichte erschlossen. Hier ist insbesondere die Zeitschrift Die Küste zu nennen, für die Abstracts sämtlicher Artikel und Angaben zum verwendeten Schrifttum erfasst werden, die wertvolle Hinweise auf graue Literatur aus der Küstenzone liefern.

DerbeiProjektende von NOKISerreichte Bearbeitungsstand gibt anhand von standardisierten Metadaten einen aktuellen Überblick bis April 2004 zu Datenbeständen, Karten und Berichten der genannten Projektpartner aus der deutschen Küstenzone. Nachdem die Altdaten mit Werkzeugen aufgearbeitet werden konnten, die im Projekt gemeinsam zur Produktreife entwickelten wurden, bleibt als Daueraufgabe, neue Datenbestände entsprechend einzupflegen und auf dem zentralen NOKIS-Server bei der BAW einzustellen.

Das im September begonnene Projekt NOKIS++ (03KIS049) soll in den Jahren 2004 bis 2008 das Nord-Ostsee-Küsten-Informationssystem um standardisierte Internet-Dienste erweitern. Dies soll die Zusammenarbeit zwischen Küstenschutz, Wasserwirtschaft, Naturschutz und Verkehrswasserbau intensivieren sowie den Informationsaustausch mit Forschungseinrichtungen und die erforderliche Öffentlichkeitsarbeit unterstützen. NOKIS++ repräsentiert wesentliche Datenanbieter und Informationsquellen aus der Küstenzone mit den genannten Partnern sowie den neu hinzukommenden LANU Flintbek, LUNG Güstrow, BSH und BfG.

Praxisnahe Methoden zur fachübergreifenden Datenrecherche, Analyse und Visualisierung sollen implementiert werden, um die Dienststellen wirkungsvoll bei ihrer Aufgabenerfüllung der Planung und Berichterstattung zu unterstützen. Die Informations-Infrastruktur beruht auf den Standardisierungen ISO 19115 und ISO 19119 für beschreibende Metadaten und Internet-Diensten zur Datenverarbeitung.

Bestehende Strukturen, Systeme und Ressourcen in

Behörden werden gezielt eingesetzt, sinnvoll ergänzt und weiterentwickelt, um den Informationsfluss bei interdisziplinärer Zusammenarbeit zu optimieren. NOKIS++ ist eingebunden in GeoMIS.Bund, das Umweltinformationsnetz GEIN und den Umweltdatenkatalog UDK.

NOKIS++ bildet den Rahmen für Planungs- und Bewirtschaftungs-Aufgaben zur Koordinierung einer integrierten Küstenhydrographie und eines integrierten Küstengewässerschutzes. Die technologische Informations-Infrastruktur kann leicht für neue Anwendungsbereiche angepasst und bei der Erarbeitung nationaler Strategien für ein integriertes Küstenzonenmanagement verwendet werden. Die hiermit zu schaffende Informations-Infrastruktur beruht auf dem in NOKIS bewährten Prinzip der dezentralen Datenhaltung und eigenständiger lokaler Knoten, auf denen die NOKIS-Software lokal lauffähig ist, sowie Metadatenreplikation auf ein gemeinsames Webportal. Neu hinzu kommen standardisierte Web Services, mit denen nach dem Prinzip Suchen – Finden – Nutzen nunmehr auch die Verwendung von Daten unterstützt werden soll.

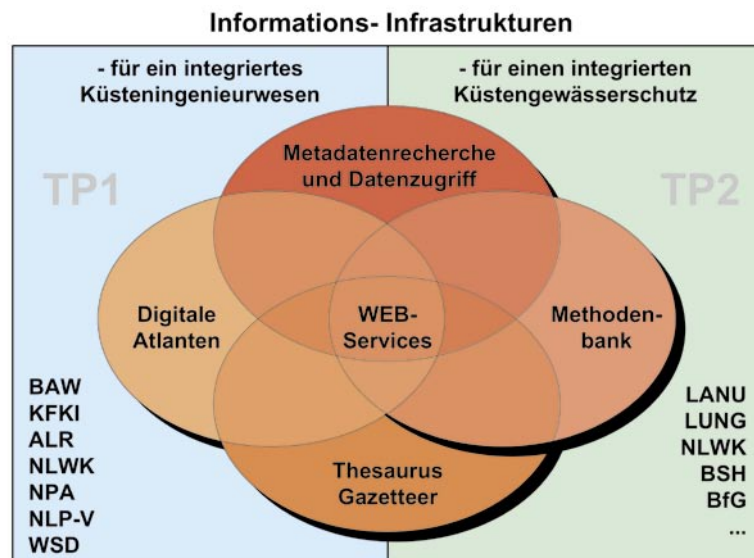


Abb. 1: Gliederung und Ziele des Verbundprojektes

Die KÜSTE

Inhalt Heft 68

Im Oktober 2004 erschien Heft 68 der KÜSTE mit folgenden Beiträgen:

HORST NASNER: Hydrodynamische und morphologische Vorgänge in brackwasserbeeinflussten Vorhöfen – In situ Messungen –

MANFRED ZEILER, KLAUS FIGGE, KARIN GRIEWATSCH, MARKUS DIESING, KLAUS SCHWARZER: Regenerierung von Materialentnahmestellen in Nord- und Ostsee

GABRIELE GÖNNERT, KATJA ISERT, HARALD GIESE, ANDREAS PLÜSS: Charakterisierung der Tidekurve

GERALD MÜLLER, GUIDO WOLTERS: Wellendruckschlagbelastungen auf historische Küstenbauwerke

BJÖRN HEISE, BERND BOBERTZ, JAN HARFF: A method to correlate granulometrical sediment parameters and hydrographical data

MEINO MÜLLER, NORBERT KAUL: Submarine Warmwasserquellen? Eine geothermische Entdeckung in der Mecklenburger Bucht

THOMAS HIRSCHHÄUSER, ULRICH ZANKE: Langfristige Sedimentdynamik des Systems Tidebecken-Ebbdelta unter besonderer Berücksichtigung von verändertem Seegang und Wasserständen

RAINER LEHFELDT: Reisebericht XXX. IAHR-Kongress Thessaloniki

Online-Angebote

Auf der Homepage des KFKI <http://kfki.baw.de> finden Sie unter der Rubrik „Die Küste“ zu den einzelnen Artikeln Zusammenfassungen in Deutsch und Englisch, das jeweilige Inhaltsverzeichnis sowie die Angaben über die verwendete Literatur. In Verbindung mit unserem WebOPAC <http://kfki.baw.de/OPAC> hoffen wir, Sie damit bei Ihrer Literaturrecherche unterstützen zu können. Informationen zu Neuerwerbungen der KFKI-Bücherei finden Sie ebenfalls auf unserer Homepage <http://kfki.baw.de/buecherei> unter der Rubrik „Bücherei“.

Verkauf und Sonderangebot

Sie können das aktuelle Heft 68 der KÜSTE zum Preis von 22,- € online in der Geschäftsstelle bestellen. Auch ältere Ausgaben sind noch lieferbar. Die **Hefte 1-57** werden entweder als **Sammelpaket zum Sonderpreis von 130,- €** zuzüglich Porto und Verpackung oder einzeln zum Preis von jeweils 5,- € abgegeben. Die Preise der Ausgaben 58-68 stehen auf der Homepage.

Autorenhinweise

Für Autoren von Beiträgen in der KÜSTE gibt es auf der Homepage des KFKI eine verbindliche Formatvorlage zur Erstellung von Manuskripten. Um die Herstellungskosten zu senken, werden nunmehr die rezensierten Artikel von den Autoren selbst im Layout der KÜSTE

formatiert. Beim Drucken im Verlag wird direkt vom MS-Word-Dokument abfotografiert. Für die Abbildungen sind zusätzlich DIN-A4-Foto-Vorlagen einzureichen, um gute Qualität zu gewährleisten.

Vorschau

Die nächste KÜSTE ist für Sommer 2005 geplant. Das Sonderheft „PROMORPH“ wird über Untersuchungen berichten, die im Verbundprojekt „Prognose mittelfristiger Küstenmorphologieänderungen“ vom 1.1.2000 - 31.12.2002 durchgeführt worden sind.

Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

Junge Wissenschaftler haben die Möglichkeit, sich beim KFKI um **Zuschüsse für Konferenzreisen** zu bewerben. In der Regel werden 50% der nachgewiesenen Kosten (Teilnahmegebühr, Fahrtkosten, Übernachtung) bezuschusst. Als Gegenleistung ist ein Kurzbericht über die besuchte Veranstaltung zu schreiben, der in der KÜSTE veröffentlicht wird.

Der Antrag auf Reisekostenzuschuss muss beim KFKI gestellt werden, sobald ein Abstract bei einer Konferenz eingereicht wird. Das Kuratorium tagt zweimal jährlich und berät über die vorliegenden Anträge. Nicht rechtzeitig eingegangene Anträge werden nicht berücksichtigt.

In eigener Sache

Zum 1. Juni ist die Geschäftsstelle des KFKI zur Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg umgezogen. Auch an dieser Stelle sei dem ausgeschiedenen Geschäftsführer Dr.-Ing. Volker Barthel nochmals herzlich für sein Engagement für das KFKI gedankt.

Ein neues Team hat am 1. September seine Arbeit in Hamburg aufgenommen. Dem Geschäftsführer Dr.-Ing. Rainer Lehfeldt stehen die neue Geschäftsstellensekretärin Katrin Zabel und Frau Regina Herz, die schon seit 2001 die KFKI-Bücherei führt, zur Seite.



Dr.-Ing. Rainer Lehfeldt



Katrin Zabel



Regina Herz

Veranstaltungen in 2005

- 04.–08.04.2005 5th International Conference on **Coastal Dynamics** 2005
ASCE, Barcelona
Website: <http://www.coastaldynamics.org>
- 13.–15.04.2005 **Coastal Engineering** 2005, Algarve, Portugal
Website: <http://www.wessex.ac.uk/conferences/2005/coasta/2005>
- 18.–20.04.2005 **Comrisk** 2005, Kiel
www.comrisk.org/html/conference.htm
- 19.–22.04.2005 **Coastlines, Structures and Breakwaters**, London
Website: <http://www.icebreakwaters.com/Assembly-2005>, Wien
- 25.–29.04.2005 **European Geoscience Union** EGU General Assembly-2005, Wien
Kontakt: molnar@ihw.baug.ethz.ch
- 15.–20.05.2005 World **Water & Environmental Resources** Congress 2005, Anchorage Convention Center, Anchorage, AK, USA
<http://www.environmental-center.com/events/wwer2005/wwer2005.htm>
- 25.–27.05.2005 Third International Symposium on **Flood Defence**, Nijmegen, The Netherlands
Website: <http://www.isfd3.nl/>
- 27.–29.06.2005 Advances in **Marine Ecosystem Modelling** Research, Plymouth, UK
Website: <http://www.amemr.info/>
- 03.–07.07.2005 5th COPRI International Conference on Ocean Wave Measurement and Analysis, **WAVES 2005**, Madrid, Spain
Website: <http://www.cedex.es/waves2005/>
- 18.–21.07.2005 **Coastal Zone 05: Balancing on the Edge**, New Orleans, USA
Website: <http://www.csc.noaa.gov/cz/>
- 11.–16.09.2005 **XXXI IAHR CONGRESS**, Seoul, Korea
Website: <http://www.iahr2005.or.kr>
- 07.–09.09.2005 **Enviroinfo** 2005, Brno, Tschechische Republik
Website: <http://www.enviroinfo2005.org>
- 14.–17.09.2005 **HTG-Kongress** 2005 in Bremen
Website: <http://www.htg-online.de/aktuell/akto.htm/>
- 04.–06.10.2005 **INTERGEO** 2005, Düsseldorf
Website: <http://www.intergeo.de/>