

Im Einklang mit dem Meer

GIS-Einsatz im Küstenzonenmanagement

Johannes Weigel, Stephan Mai

Küstenzonenmanagement erfordert die Integration flächenbezogener Daten verschiedener Fachdisziplinen. Geoinformationssysteme können helfen, die Kommunikationsprobleme zwischen den Fachdisziplinen, insbesondere zwischen Ökologie, Ökonomie und Küsteningenieurwesen, zu mindern. Beispiel eines Werkzeugs für das integrierte Küstenzonenmanagement ist das am Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen entwickelte Risiko-Informationssystem Küste.

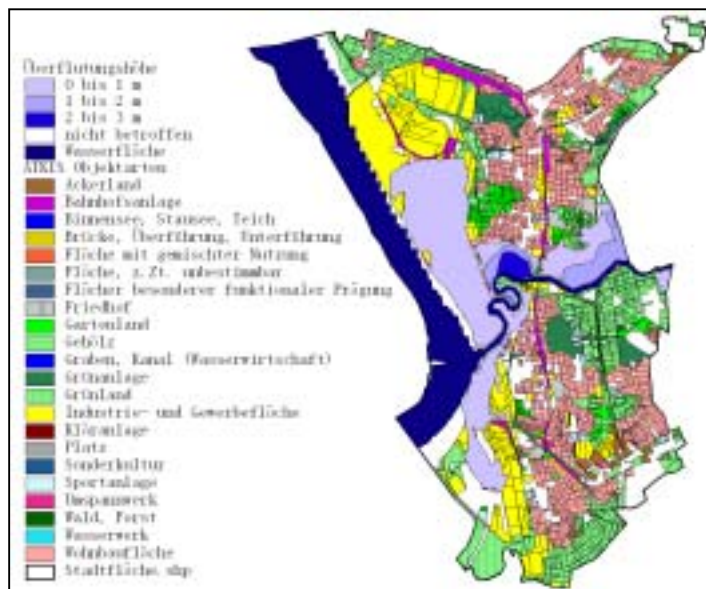


Bild 1: Atkis-Objektarten und maximale Überflutungswasserstände in der Stadt Bremerhaven unter Annahme der Sturmflut vom 29. Oktober 1976

Ein System, das Entscheidungen für den Küstenschutz unterstützen soll, muß neben einem ingenieurwissenschaftlichen Datenbestand zu Küstenschutzbauwerken, Seegangsverhältnissen und Überflutungsflächen Flächennutzung in der Küstenzone sowie eine darauf aufbauende ökonomische und ökologische Bewertung heranziehen.

Vom Küstenschutz zum Küstenzonenmanagement

Die Küstenräume haben seit ihrer Besiedelung eine besondere Bedeutung für die menschliche Gesellschaft. Aufgrund der vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten, der Be-

grenztheit der Ausdehnung und der Notwendigkeit eines kollektiven Schutzes vor Überflutung war in den Küstenräumen seit je her eine gewisse Form von Management unverzichtbar.

Dies wurde in der Vergangenheit je doch in der Regel als "Kampf gegen das Meer" betrachtet, bei dem auf der einen Seite die Naturgewalt des Meeres häufig kostspielige Investitionen der Menschen zunichte machte, auf der anderen Seite die Menschen dem Meer mit hohem Aufwand Land abzurufen versuchten. Aufgrund besserer Kenntnisse über die Dynamiken und Prozesse, denen Küstensysteme unterworfen sind, sowie der Erforschung der langfristigen Veränderungen in den Küstenräumen infolge des rezenten Meeresspiegelanstiegs wird Küstenmanagement heute nicht mehr statisch als bloßer Küstenschutz verstanden. Vielmehr wird er als kontinuierlicher und dynamischer Prozess gesehen, der zwischen den Flächennutzungskonflikten der Akteure an der Küste vermittelt und sich der Herausforderung des steigenden Meeresspiegels stellt. Die oftmals synonym verwendeten Begriffe "Küstenzonenma-

agement" und "Integriertes Küstenzonenmanagement" deuten dabei insbesondere auf die räumliche (zonale) oder die interessenübergreifende (integrierte) Dimension dieses Prozesses hin. Die Europäische Kommission versteht darunter in ihrer Europäischen Strategie für das Integrierte Küstenzonenmanagement (IKZM) die "umfassende Beschreibung und Bewertung von Küstensystemen sowie die Formulierung von Zielvorstellungen und deren Umsetzung bezüglich des Schutzes und der Bewirtschaftung und Verwaltung der dort vorhandenen Ressourcen".

Datengrundlage für ein Küstenzonenmanagement

Für das Küstenzonenmanagement sind unter anderem Informationen zum Aufbau und zur Belastbarkeit des Küstenschutzsystems sowie Daten über dessen hydrologische und hydrografische Belastung, wie etwa Tidehochwasserstand und Seegang sowie deren Statistiken erforderlich. Überschreitet die Belastung des Küstenschutzsystems die Belastbarkeit, tritt also ein Versagen des Systems, zum Beispiel ein Deichbruch, ein, ist eine Ausweisung des überflutungsgefährdeten Gebiets sowie eine Kartierung der betroffenen Nutzungen im Hinterland sowie deren monetäre oder ökologische Bewertung notwendig. Zur Ermittlung der hydrografischen Parameter bietet sich neben den seit etwa 150 Jahren durchgeführten Wasserstands- und Windmessungen die Verwendung numerischer Modelle zur Vorhersage von Wasserständen und Seegang an. Für die Berechnung der Seegangstatistik, das heißt der Wahrscheinlichkeitsverteilung von signifikanter Wellenhöhe und Wellenperiode, stellen numerische Modelle, wie das an der Technical University Delft entwickelte Seegangmodell SWAN (Simulating Waves Nearshore), aufgrund der fehlenden Datenbasis die einzige Grundlage dar. Aus den Sta-

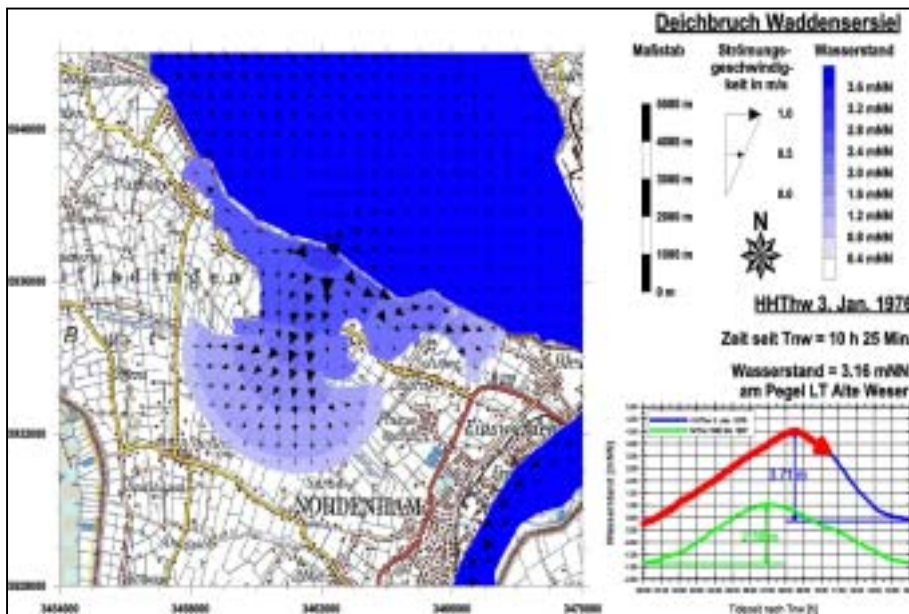


Bild 2: Zeitschritt einer hydrodynamischen Überflutungssimulation beim Deichbruch bei Waddensiel unter Annahme der Sturmflut vom 3. Januar 1976

tistiken von Wasserständen und Seegang ergibt sich unter Berücksichtigung der Belastbarkeit des Schutzsystems die Versagenswahrscheinlichkeit. Für die Deiche an der Unterweser beträgt diese zurzeit etwa 1:1 000 pro Jahr. Im Falle eines Meeresspiegelanstieges von 0,5 Meter, wie er in den nächsten 50 bis 100 Jahren zu erwarten ist, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit auf im Mittel 1:250 pro Jahr.

Die Ausweisung von Überflutungsflächen, die die Berechnung von Überflutungswasserständen, -geschwindigkeiten und -dauer beinhaltet, ist ebenso wie die Berechnung der Seegangsverhältnisse nur mit Hilfe von numerischen Modellen, wie dem Programmsystem MIKE 21 HD des Danish Hydraulic Institute in Kopenhagen, möglich.

Zur Charakterisierung der Hinterlandnutzung besteht neben der Entnahme der Information aus den analogen amtlichen Karten (TK 25 und DGK 5) mit Verfahren der konventionellen Karteninterpretation auch die Möglichkeit der Nutzung des vektorbasierten Digitalen Landschaftsmodells (DLM) des Amtlich Topographisch-Kartographischen Informations-Systems (ATKIS). Bild 1 zeigt eine Darstellung ausgewählter ATKIS-Flächen für Bremerhaven sowie die Überflutungsfläche für ein Versagen des Geestesperrwerks bei angenommenen Parametern der Sturmflut vom 29. Oktober 1996. Die Monetarisierung der Flächennutzungen ist durch Zuordnung einzelner ATKIS-Objektarten zu auf der

Ebene von Gemeinden und einzelner Großunternehmen vorliegenden statistischen Kenngrößen wie Wohnvermögen, Hausrat und Bruttowertschöpfung durchführbar.

Bauwerks- und Seegangsinformationssystem

Für das Jade-Weser-Ästuar wurde am Franzius-Institut das Bauwerks- und Seegangsinformationssystem (BaSIS) entwickelt. Es baut auf dem Geoinformationssystem ArcView von Esri auf, wobei die Benutzeroberfläche mit Hilfe von Avenue-Programmierung komplett durch projektbezogene Funktionen ersetzt wurde. Dadurch und durch den Einbau eines browserbasierten Hilfesystems verfügt das BaSIS über ein hohes Maß an Intuitivität und Benutzerfreundlichkeit. Es beinhaltet Informationen, Fotografien, technische Zeichnungen und Satellitenbildaufnahmen von küstenschutzrelevanten Bauwerken und einzelnen Deichabschnitten (Modul Bauwerksinformation), Darstellungen der signifikanten Wellenhöhe und Wel-

lenperiode in Abhängigkeit von Wind- und Wasserstandsparametern (Modul Seegangsatlas) sowie detaillierte raumbezogene Informationen über Geländehöhe, Flächennutzung sowie Vermögens- und Wertschöpfungswerte (Modul Geländeinformation und Überflutungsszenarien). Weiterhin beinhaltet es die Ergebnisse hydrodynamischer Überflutungssimulationen von Bremerhaven und den Gemeinden Jade, Stadland, Butjadingen und Nordenham im Landkreis Wesermarsch, die zur Ex-Ante-Ermittlung des Folgeschadens im Falle eines Deich- oder Sperrwerksversagens mit den auf konventionellem Weg ermittelten Flächennutzungs- und Wertedaten verschnitten werden können. Bild 2 zeigt einen Zeitschritt aus der numerischen Überflutungssimulation unter Voraussetzung eines Deichbruchs bei Waddensiel mit einer Weite von 100 Metern während der Sturmflut vom 3. Januar 1976.

Durch die Integration der für den Status Quo sowie für einen angenommenen Anstieg des Meeresspiegels um 20, 50, 80 und 100 Zentimeter über NN ermittelten Versagenswahrscheinlichkeiten der Küstenschutzbauwerke kann mit dem BaSIS beispielhaft für die Stadt Bremerhaven somit eine räumliche Zonierung des Sturmflutrisikos in Abhängigkeit des Meeresspiegelanstiegs vorgenommen werden.



Bild 3: Schrägluftbild der Stadt Brake von Süden aus dem Risiko-Informationssystem Küste (RISK)

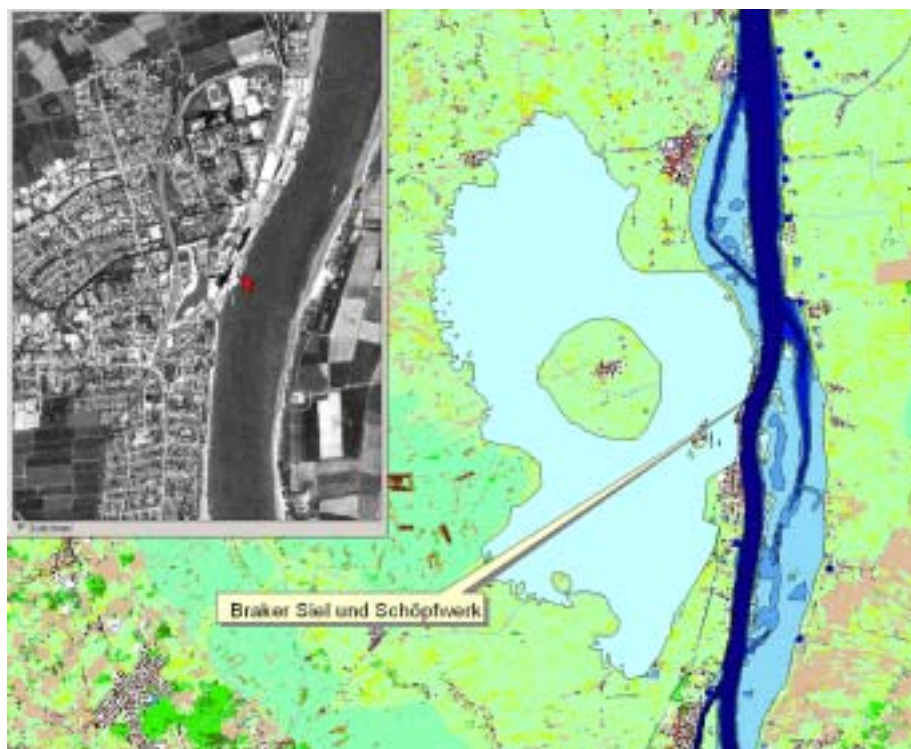


Bild 4: Maximale Überflutungswasserstände in der Gemeinde Brake unter Annahme der Sturmflut vom 29. Oktober 1976 über einer nutzungsklassifizierten Landsat TM-Aufnahme

Risiko-Informationssystem Küste

Als Weiterentwicklung des BaSIS entsteht derzeit am Franzius-Institut für ein erweitertes Projektgebiet das Risiko-Informationssystem Küste (RISK). Es umfasst neben dem Jade-Weser-Ästuar die ostfriesische Insel Wangerooge sowie die Unterweser von Bremerhaven bis zum Wehr Hemelingen in Bremen. Neben neuen Bauwerksinformationen wurden insbesondere in großem Umfang Landnutzungsinformationen aus verschiedenen Quellen hinzugefügt. Bild 3 zeigt beispielhaft ein Schrägluftbild der Stadt Brake an der Unterweser, für die eine dynamische Überflutungssimulation durchgeführt wurde. Weiterhin enthält das RISK neben Informationen aus dem ATKIS-DLM auch eine Nutzungsklassifikation auf der Grundlage von Landsat TM-Aufnahmen, eine Biotoptypenkartierung sowie das Fließgewässernetz. Außerdem bietet RISK eine Auswahl von Sturmflutereignissen als Randbedingung für die Überflutungsrechnungen, weiterhin verschiedene Szenarien von Deichbruchereignissen (Variationen der Deichbruchweite und der Höhe der verbleibenden Restschwelle) sowie zusätzliche

Überflutungssimulationen für die Gemeinden Brake, Ovelgönne und die Stadtgemeinde Bremen. Die Betroffenheit des Hinterlandes bei Überflutung kann in Abhängigkeit der Fragestellung einerseits durch Vektorverschneidung, andererseits durch Rasterverschneidung ermittelt werden. Dazu ist entweder die Vektorisierung der Rasterdaten der maximalen Überflutungswasserstände oder die Umwandlung des ATKIS-DLM in Rasterdaten notwendig.

Bild 4 zeigt vor dem Hintergrund eines klassifizierten Landsat TM-Satellitenbildes den maximalen Überflutungswasserstand, der sich bei der Sturmflut vom 29. Oktober 1996 nach einem Deichbruch in Brake auf einer Länge von 200 Meter ergeben hätte. Bei einer Vektorverschneidung der Überflutungswasserstände mit dem ATKIS-DLM ergibt sich zum Beispiel eine betroffene Fläche von 337 Hektar Wohnnutzung, 104 Hektar gemischter Nutzung und 133 Hektar gewerblicher oder industrieller Nutzung.

Ausblick

Bei einer Einbettung weiterer Überflutungsszenarien sowie einer ökonomischen Bewertung der betroffenen Nutzungen wird das RISK zu einem Instrument für eine flächenhafte Risikozonierung der Nordseeküste. In seiner finalen Form kann es als Decision Support System

(DSS) bei der Planung von Küstenschutzanlagen sowie der Bewertung alternativer Konzepte (Deichrückverlegung, zweite Deichlinie, zusätzliche Schutzelemente) dienen und die Raumplanung im überflutungsgefährdeten Hinterland, zum Beispiel bei der Ausweisung neuer Gewerbe- und Siedlungsgebiete, unterstützen. Schon jetzt stellt das RISK für den Katastrophenschutz ein entscheidendes Werkzeug zur Ermittlung potenziell bei einem Deichbruch nach Sturmflut betroffener Einrichtungen sowie möglicher Evakuierungsrouten dar. Seitens der Versicherungswirtschaft besteht zudem ein großes Interesse an der Nutzung des RISK, da derzeit Überlegungen zur Erweiterung der Elementarschadenversicherung auf Überschwemmungen nach Sturmfluten angestellt werden.

Autoren und weitere Informationen

Dipl.-Geogr. Johannes Weigel ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Franzius-Institut und Geschäftsführer von ECOGIS

*ECOGIS
Geoinformatik-Dienstleistungen
Ricklinger Straße 85
30449 Hannover
Tel.: 05 1112 61-78 81
Fax' 05 1112 61-78 82
E-Mail weigel@ecogis.de und
weigel@fi.uni-hannover.de*

Dipl. -Phys. Dipl. -Ing. Stephan Mai ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Franzius-Institut

*Universität Hannover
Franzios-Institut für Wasserbau und
Küsteningenieurwesen
(Leiter: Prof. Dr. -Ing. Claus Zimmermann)
Nienburger Straße 4
30167Hannover
Tel.: 06 11/7 62-42 95
Fax- 05 11/7 62-40 02
E-Mail. smai@fi.uni-hannover. de
www.fi.uni-hannover.de*