

# Wie teuer wird die Flut?

## GIS-GESTÜTZTE ANALYSE VON ÜBERFLUTUNGSSCHÄDEN ALS TEIL DES INTEGRIERTEN KÜSTENZONENMANAGEMENTS

Die vermeintliche Sicherheit der Küstenschutzbauwerke hat zur Besiedelung von Flächen geführt, die früher wegen Überschwemmungsgefahr als nicht nutzbar galten. Doch der Klimawandel kündigt sich an und mit ihm steigt der Meeresspiegel. Durch die Bebauung ist der Wert dieser Flächen erheblich gestiegen – und damit auch das Schadenspotenzial.



Der Einsatz von Geoinformationssystemen ermöglicht es heute, räumliche Datenbestände auf vielfältige Weise miteinander zu verschneiden und zu analysieren. Diese Möglichkeit der Verknüpfung von Datensätzen ist besonders im Hinblick auf einen interdisziplinären Forschungsansatz von großer Bedeutung.

Das integrierte Küstenzonenmanagement (IKZM) stellt ein Beispiel für die Notwendigkeit interdisziplinärer Forschung dar. Dies gilt insbesondere, da die Planung von Küstenschutzsystemen (Deiche, Sperrwerke oder Siele) als Reaktion auf den – durch den globalen Klimawandel – für die nächsten 100 Jahre prognostizierten beschleunigten Meeresspiegelanstieg nicht mehr vom Management der Landnutzung des Hinterlandes abgekoppelt werden kann (Abbildung 1).

Dafür sprechen im Wesentlichen zwei Gründe: Zum einen werden die Kosten für den Erhalt und die Weiterentwicklung des Küstenschutzes immer höher. Zum anderen haben die Schutzelemente durch ihre suggerierte »absolute Sicherheit« eine fortschreitende Besiedelung von vormals nicht nutzungsfähigen Flächen zur Folge. Die damit verbundene Wertsteigerung der genutzten Flächen führt so zu einer Erhöhung des Schadenspotenzials im Falle eines Versagens des Küstenschutzsystems.



Diese Verknüpfung von Fachrichtungen zur Weiterentwicklung des Küstenschutzes findet bereits Ausdruck in dem momentan laufenden Verbundforschungsprojekt »Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste« (KRIM). In diesem soll durch Integration der Fachdisziplinen Küsteningenieurwesen, Wirtschaftswissenschaften, Geographie, Biologie und Soziologie »Orientierungs- und Handlungswissen für die gesamtgesellschaftliche Zukunftsaufgabe ›Risikomanagement im Küstenschutz« bereitgestellt werden ([www.krim.uni-bremen.de](http://www.krim.uni-bremen.de)).

Zentrale Aufgabe Geographischer Informationssysteme im Projekt KRIM ist die Ermittlung der Schäden bei Versagen eines Küstenschutzsystems. In Zusammenarbeit von Franziskus-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen und Geographischem Institut, Ab-

teilung Wirtschaftsgeographie wurden dazu im GIS ArcView Methoden zur Schadensanalyse entwickelt.

### Analyse von Überflutungsszenarien

So findet das GIS Anwendung in der Analyse von numerisch erstellten Überflutungsszenarien. Hierfür wurde das GIS ArcView durch programmierte AVENUE Anwender-Tools für die Analyse von Überflutungsschäden angepasst. Das Tool »Flood-Analyser« (ELSNER 2002) wurde zur Untersuchung der durch Überflutung betroffenen Landnutzungen erstellt.

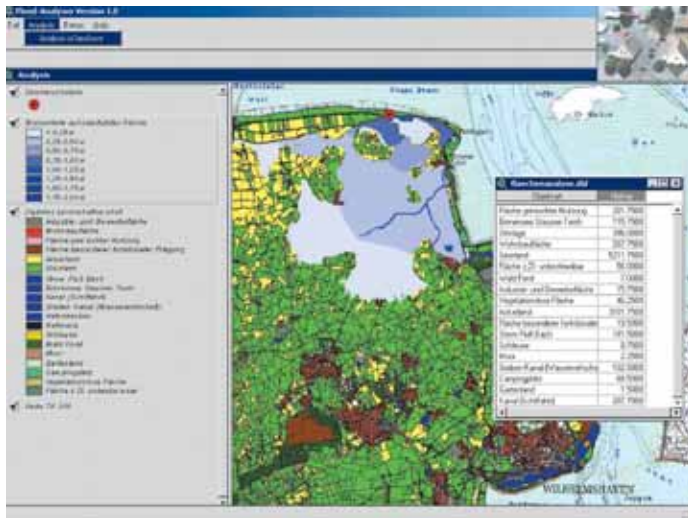
Unter anderem können mit dem »Flood-Analyser« Zeiterien einer Überflutung, die durch hydronummerische Simulation (MAI/ZIMMERMANN 2003) berechnet wurden, in Hinblick auf Ausdehnung, Verlauf und Wassertiefe analysiert werden. Zudem ist über

Abbildung 1  
Überflutetes Wohngebiet nach einem Deichbruch (Pfeifer, 1963)

Abbildung 2 (rechts oben)  
Analyse der simulierten Überflutungsfläche in Bezug auf die Landnutzung im Wangerland (Screenshot)

eine Verschneidung der Überflutungs-Raster mit den ATKIS-DLM Landnutzungsdaten (Abbildung 5) eine Analyse der betroffenen Flächen in Bezug auf die Nutzungsart möglich.

Abbildung 2 zeigt das Ergebnis einer Flächenanalyse für ein simuliertes 100 Meter breites Deichbruchszenario bei Minsen im Wangerland (nördlich von Wilhelmshaven) während der Sturmflut vom 3. Januar 1976.



Für jede Nutzungsart wurden die von der Überflutung betroffenen Flächen ermittelt. Aus der Tabelle ist herauszulesen, dass zum Beispiel 267,75 Hektar Wohnbaufläche von der Überflutung betroffen sein würden.

treffen zu können. Abbildung 3 gibt ein Beispiel für die Entwicklung der Überflutung von Wohnbauflächen.

Neben der Analyse der Flächenausdehnung der Überflutung ist auch die Überflutungswassertiefe von zentraler Bedeutung, da diese den Schädigungsgrad der Hinterlandnutzung bestimmt. Über das Herausfiltern der höchsten Wasserstände aus den Überflutungsrastern der gesamten

Zeitreihe ergibt sich ein Raster, welches die maximale Überflutungshöhe einer Rasterzelle enthält. Eine Analyse dieser maximalen Überflutungshöhe in Bezug auf eine Nutzungsart liefert Informationen darüber, wie hoch das Wasser während

den Wohnbauflächen im Wesentlichen Wassertiefen zwischen 0 bis 0,5 Meter auftreten. Nur in direkter Nähe der Deichbruchstelle treten höhere Wassertiefen auf, im Hinterland breitet sich das Wasser flächenhaft aus und weist geringere Wassertiefen auf.

**Erhebung und Verortung des Schadenspotenzials**

Für die Prognose der Schäden ist es weiterhin erforderlich, das Schadenspotenzial, das heißt die Gesamtheit der Werte im Hinterland zu ermitteln. Hier bietet das GIS die funktionelle Möglichkeit der Verknüpfung von räumlichen Daten mit statistischen Werten.

Die hierfür an der Abteilung Wirtschaftsgeographie des Geographischen Instituts entwickelte Methodik (MEYER/MAI 2003) kombiniert Vermögenswerte aus der amtlichen Statistik mit den Flächennutzungsdaten des digitalen Landschaftsmodells des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems ATKIS-Basis-DLM (siehe Abbildung 5). Neben Einwohnerzahlen werden die Wertkategorien Wohnkapital, Hausvermögen, PKW-Vermögen, Anlage-, Vorratsvermögen und Wertschöpfung der Wirtschaftsbereiche, Straßen und Bahnlinien sowie Bodenwerte erfasst.

Wissenschaftler des Franzius-Instituts für Wasserbau und Küsteningenieurwesen und des Geographischen Instituts haben mit Hilfe von GIS-Anwendung Schadensszenarien und -prognosen entwickelt und leisten damit einen Beitrag zum Risikomanagement im Küstenschutz.

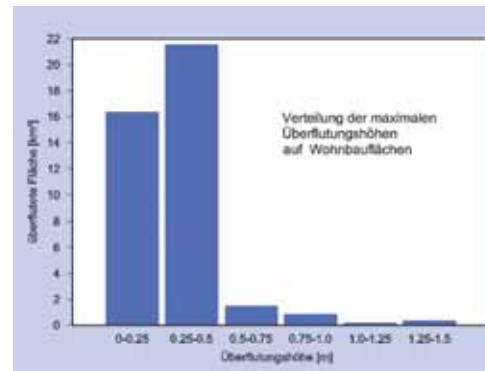


Abbildung 3 (links) Zeitliche Entwicklung der Überflutung auf Wohnbauflächen

Abbildung 4 Verteilung der maximalen Überflutungshöhen auf Wohnbauflächen

Die Analyse einer gesamten Zeitreihe ermöglicht es, Aussagen über die zeitliche Entwicklung der Überflutungsfläche

der gesamten Überflutungsdauer maximal auf der Fläche stand. In Abbildung 4 ist erkennbar, dass auf den betroffene

Die wesentliche Quelle für diese Daten sind amtliche Statistiken wie etwa Einwohnerstatistik, Volkswirtschaftliche

Gesamtrechnung und Steuerstatistik. Zusätzlich werden weitere Quellen als Ergänzung verwendet, wie zum Beispiel Versicherungswerte für die Erfassung des Hausratsvermögens oder Grundstücksmarktberichte für die Bestimmung von Bodenwerten. Erhebungsebene bilden die Städte beziehungsweise Gemeinden.

Da einige Wertkategorien, wie etwa das Anlagevermögen, jedoch nur auf Landesebene verfügbar sind, müssen diese zunächst über die Hilfsgröße »Beschäftigte« auf Gemeindeebene heruntergebrochen werden.

schließlich zu einer einzigen Ebene zusammengeführt werden können. Durch Addition der einzelnen Wertkategorien lässt sich so eine Karte der Verteilung der Vermögenswerte im Untersuchungsgebiet erstellen (siehe Abbildung 6).

**Schadensfunktionen zur Berechnung des Schädigungsgrades**

Als drittes Element für die Schadensberechnung werden so genannte Wasserstands-Schadensfunktionen benötigt. Hierbei handelt es sich um aus

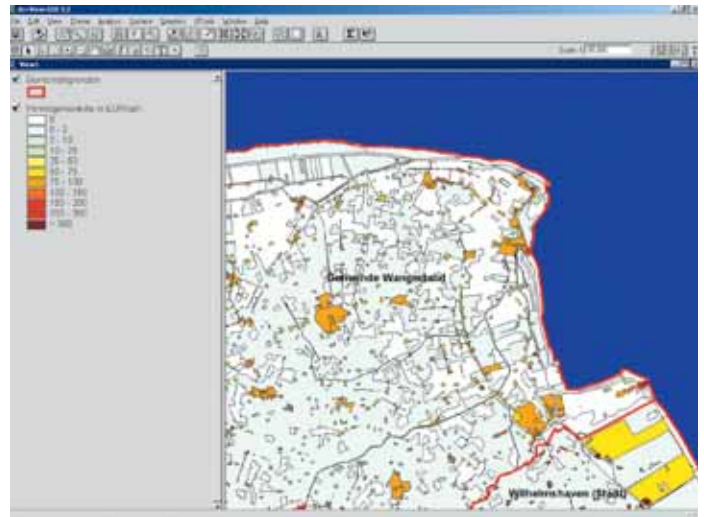
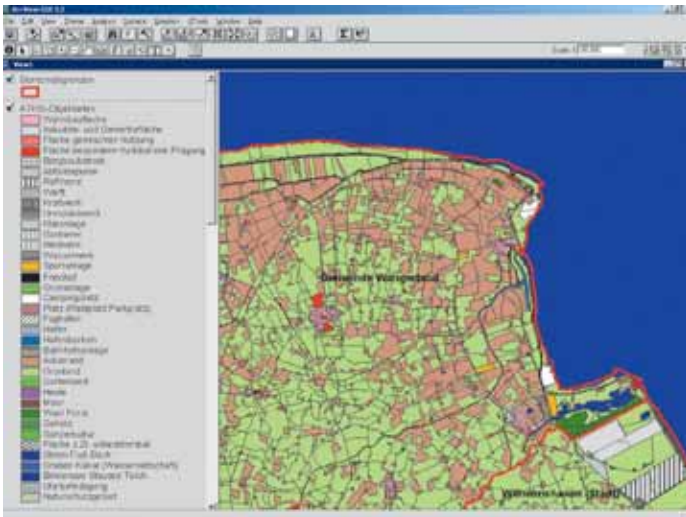
**Automatisierte Schadensprognose**

Die abschließende Schadensanalyse erfolgt durch die Verschneidung der Schadenspotenziale mit der maximalen Überflutungswassertiefe und unter Verwendung der Wasserstands-Schadensfunktionen. Die für diese Analyse unerlässliche Automatisierung in einem GIS wurde in dem Tool »Loss-Calculator« realisiert.

In dem Programm erfolgt zunächst eine Analyse der von Überflutung betroffenen Nutzungstypen (zum Beispiel

Abbildung 5 (links)  
Flächennutzung an der Wangerländer Küste gemäß ATKIS-Basis-DLM (Screenshot)

Abbildung 6 (rechts)  
Verteilung der Vermögenswerte an der Wangerländer Küste (Screenshot)



Nächste Seite:

Abbildung 7 (links)  
Wasserstands-Schadensfunktionen nach Klaus & Schmidtke (1990)

Abbildung 8 (rechts)  
Schadensanalyse eines Überflutungsszenarios im Wangerland (Screenshot)

Um eine genauere Verortung der Werte zu ermöglichen, werden in einem zweiten Schritt die einzelnen Wertkategorien innerhalb der Städte beziehungsweise Gemeinden auf ihnen entsprechende Flächennutzungen des ATKIS-Basis-DLM räumlich modelliert. So werden beispielsweise die Wertkategorien »Einwohner«, »Wohnkapital« und »Hausratsvermögen« den Flächennutzungen »Wohnbaufläche« und »Flächen gemischter Nutzung« zugeordnet.

Die entsprechenden ATKIS-Objektarten werden im GIS selektiert, zusammengeführt und mit den erhobenen Werten belegt. Auf diese Weise entstehen für die unterschiedlichen Wertkategorien zahlreiche verschiedenen Ebenen, die

empirischen Schadensdaten abgeleitete Funktionen, die den Schädigungsgrad einer Wertkategorie in Abhängigkeit der Überflutungswassertiefe angeben.

Die hier verwendeten Schadensfunktionen (Abbildung 7) wurden für eine Sturmflut-Schadensanalyse im Landkreis Wesermarsch entwickelt (KLAUS & SCHMIDTKE 1990). Wird beispielsweise eine Wohnbaufläche mit einer maximalen Wassertiefe von 1 Meter überflutet, würde das sich auf ihr befindende Wohnvermögen (Wohnkapital, Hausratsvermögen) zu 20 Prozent geschädigt werden.

Wohnbaufläche). Dazu wird einerseits ermittelt, wie groß die betroffenen Flächen eines Nutzungstyps sind und andererseits, wie hoch in diesen der maximale Wasserstand eintritt. Darauf aufbauend erfolgt die Zuordnung der für das Objekt relevanten Vermögenswertkategorien wie zum Beispiel Hausrat und Wohnkapital, welche die anzuwendenden Schadensfunktionen bestimmen. Diese werden dann mit dem jeweiligen Vermögenswert und der maximalen Wassertiefe verschnitten und ergeben so den zu erwartenden Schaden für die Wertkategorie.

Der Schaden eines Nutzungstyps errechnet sich aus der Aufsummierung der Schäden für die relevanten Wertkategorien.



**Dipl.-Geogr. Anne Elsner**  
 Jahrgang 1971, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen



**Dipl.-Geogr. Volker Meyer**  
 Jahrgang 1975, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Geographischen Institut, Abteilung Wirtschaftsgeographie



**Dipl.-Ing. Dipl.-Phs. Stephan Mai**  
 Jahrgang 1968, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen



**Prof. Dr.-Ing. Claus Zimmermann**  
 Jahrgang 1940, ist Direktor des Franzius-Instituts für Wasserbau und Küsteningenieurwesen

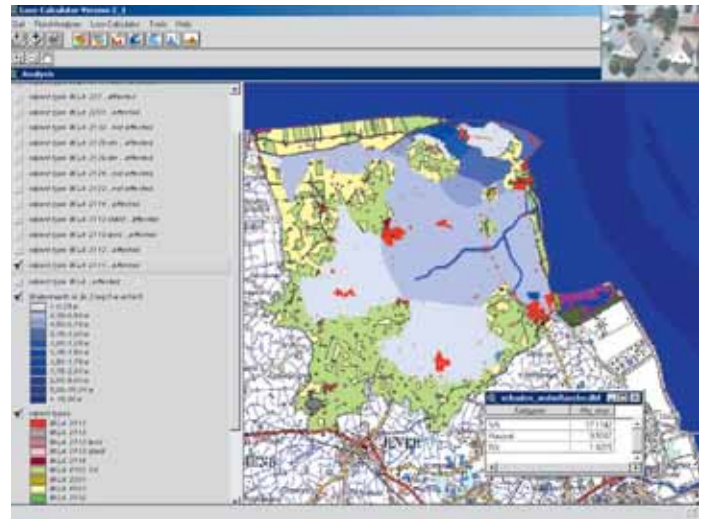
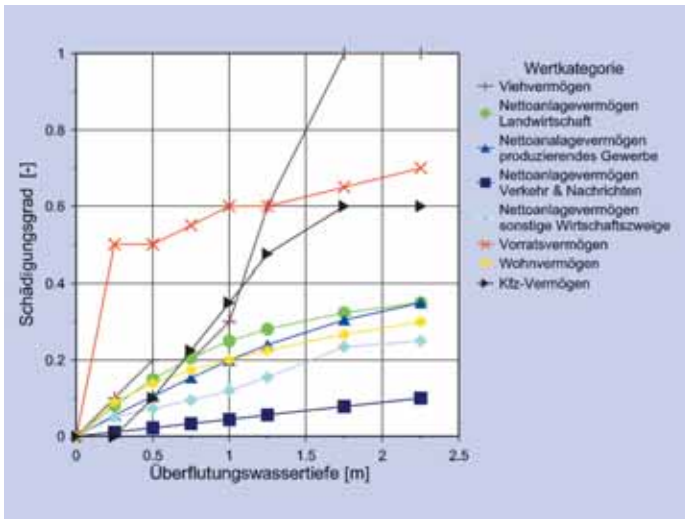


Abbildung 8 zeigt die abgeschlossene Analyse für das obige Überflutungsszenario im Wangerland.

In der Tabelle wird exemplarisch das Ergebnis für die Wohnbauflächen im Wangerland (ATKIS Objektart 2111) gezeigt. Der Schaden wird differenziert in die relevanten Wertkategorien.

Es ergäbe sich für die Kategorie Wohnkapital ein Schaden von 17,1 Millionen Euro, für Hausrat 9,5 Millionen Euro und für PKW 1,4 Millionen Euro. Damit betrüge der Schaden auf den Wohnbauflächen 28 Millionen Euro. Der Gesamtschaden von 58,6 Millionen Euro, den die Überflutung hervorrufen würde, ergibt sich aus der Aufsummierung der einzelnen Nutzungstypen.

**Ausblick**

Die vorgestellte mesoskalige Methode zur Abschätzung des bei Versagens des Küstenschutzsystems zu erwartenden Schadens wird in Folge der geringer werdenden öffentlichen Budgets vermehrt in die Generalplanung des Küstenschutzes eingehen.

Die Kombination mit der Versagenswahrscheinlichkeit des Küstenschutzsystems ergibt das Risiko für die Küstenzone bei Sturmflut.

Sowohl die Methode der Berechnung der Versagenswahrscheinlichkeit als auch die der Abschätzung des Überflutungsschadens werden derzeit unter Integration höher aufgelöster Datenbestände in ihrer

Genauigkeit verbessert, so dass sie schließlich auch für die Detailplanung eingesetzt werden können.

**Literatur**

- Elsner, A. (2002): GIS-gestützte Analyse von Überschwemmungsszenarien im Einflussbereich des Lesumsperrwerks (Bremen) mit Ermittlung der betroffenen Hauptnutzung. Diplomarbeit am Geographischen Institut an der Universität Hannover, Abteilung Physische Geographie und Landschaftsökologie. Hannover.
- Klaus, J. / Schmidtke, R.F. (1990): Bewertungsgutachten für Deichbauvorhaben an der Festlandsküste – Modellgebiet Wesermarsch, Untersuchungsbericht an den Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn
- Mai, S., Zimmermann, C. (2003): Vulnerabilität des Küstenhinterlands an Jade und Weser bei Klimaänderung. Tagungsband des 4. FZK-Kolloquiums. Hannover.
- Meyer, V. / Mai, S. (2003): Überflutungsschäden im Küstenhinterland nach Deichbruch. In: Wasserwirtschaft. Wiesbaden. (im Druck)
- Pfeifer, W. (1963): Bremen im Schutz seiner Deiche – Dokumentation zur großen Sturmflut vom 16. und 17. Februar 1962. Schünemann. Bremen.