

**VULNERABILITÄT DES KÜSTENHINTERLANDS  
AN JADE UND WESER BEI KLIMAÄNDERUNG**

von

Stephan Mai<sup>1</sup>  
Claus Zimmermann<sup>2</sup>

**ABSTRACT**

Due to the shortage of financial resources future planning of coastal defenses will also have to take into account the vulnerability of the coastal hinterland. This holds especially for the specification of priorities of adaptation measures in coastal defense related to an accelerated water level rise due to climate change. An estimate for the vulnerability of the coastal hinterland are damages to be expected in case of failure of the coastal defense system. Damages are strongly related to the characteristics of the flooding process and the usage of the hinterland.

A rough estimate of possible flood zones is given by the identification of low-lying areas. However, a more detailed analysis using numerical simulations of the flooding process leads to more accurate approximations of the flood zone. It is shown that the type of the storm surge, especially the duration of higher water levels, strongly effects the flooding process. The rise of water levels will increase flooded areas and inundating water volume. For example a rise of water level by 30 cm will increase the area inundated by a factor of 1.25 and the inundating water volume by a factor of 1.1.

The various land uses within the flooded area are a first hint at the loss to be expected due to flooding. Within this analysis special focus has to be put on the identification of residential and industrial areas as well as areas of mixed use because these areas comprise most of the population and economic values. In Germany the digital terrain model ATKIS-DLM is a good basis for the identification of land uses on the mesoscale. The calculation of the value at loss is done by disaggregating the number of inhabitants and the investments for the various land uses within the county and combining this information with the mapped flood zones.

---

<sup>1</sup> Dipl.-Phys. Dipl.-Ing., Franzius-Institut, Nienburger Straße 4, 30167 Hannover, smai@fi.uni-hannover.de

<sup>2</sup> Univ.-Prof. Dr.-Ing., Franzius-Institut, Nienburger Straße 4, 30167 Hannover, zi@fi.uni-hannover.de

## 1. EINLEITUNG

Die Bemessung der Küstenschutzsysteme erfährt derzeit mit der Einführung der Risikoanalyse eine entscheidende Weiterentwicklung, welche neben der Sicherheit des Schutzsystems auch die Folgen seines möglichen Versagens, d.h. die Vulnerabilität des Küstenhinterlands, berücksichtigt (ZIMMERMANN ET AL., 2000). Zur Analyse der Vulnerabilität ist einerseits die Überflutungsfläche bei Küstenschutzversagen sowie andererseits der Wertbestand im Küstenhinterland zu ermitteln. Als Methoden der Ausweisung der Überflutungsfläche kommen einerseits statische und andererseits dynamische Verfahren zum Einsatz (MAI und V. LIEBERMAN, 2001). Der im Überflutungsgebiet liegende Wertbestand erfolgt durch Monetarisierung der betroffenen Hinterlandnutzung auf der Grundlage disaggregierter, auf Gemeinde-, Kreis- und Landesebene ermittelter Statistiken des Vermögensbestands (KIESE und LEINEWEBER, 2001).

Ein klimaänderungsbedingter Wasserstandsanstieg zieht neben der Verminderung der Sicherheit des Küstenschutzsystems auch eine Erhöhung der Vulnerabilität nach sich. D.h., daß sich nicht nur die Versagenswahrscheinlichkeit des Küstenschutzsystems erhöht (MAI und ZIMMERMANN, 2000) sondern auch die mit dem Versagen verbundene Überflutungsfläche und somit die Folgeschäden. Die Bedeutung eines Wasserstandsanstiegs für die Vulnerabilität wird derzeit im Rahmen des BMBF-Projektes „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Küste“ (Förderkennz.: 01LD0014) untersucht und im Folgenden am Beispiel des Küstenhinterlands Land Wursten diskutiert.

## 2. ÜBERFLUTUNGSGEFÄHRDETES HINTERLAND

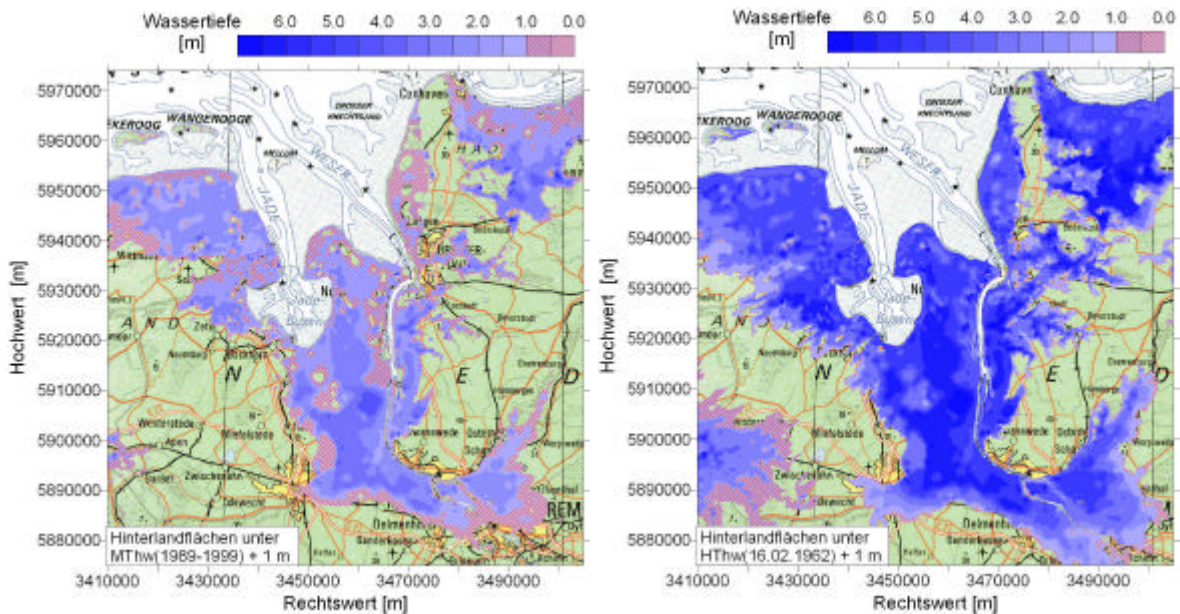


Abbildung 1: Ist-Zustand des überflutungsgefährdeten Hinterlands unter MTHw (links) bzw. unter HTHw (rechts) sowie Szenario nach klimaänderungsbedingt um 1 m erhöhtem Wasserstand (schraffierter Bereich)

Eine erste Abschätzung der mit einem Wasserstandsanstieg verbundenen Vergrößerung des potentiellen Überflutungsgebietes ist durch Identifikation der zur Zeit und nach Was-

serstandsanstieg unter MThw bzw. HHThw liegenden Hinterlandflächen möglich. Abbildung 1 verdeutlicht dieses Vorgehen. Derzeit liegen im Untersuchungsgebiet 1950 km<sup>2</sup> unter MThw und 3980 km<sup>2</sup> unter HHThw. Bei einem Wasserstandsanstieg erhöht sich die potentielle Überflutungsfläche unter MThw um 40 % und unter HHThw um 10 %.

### 3. DYNAMISCHE AUSWEISUNG VON ÜBERFLUTUNGSGEBIETEN

Zur Abschätzung des Folgeschaden nach Versagen des Küstenschutzsystems ist statt des statischen Verfahrens, welches z. B. von KLAUS und SCHMIDTKE (1990), HOOZEMAN et al. (1992) und STERR und SIMMERING (1996) angewendet wurde, eine dynamische Simulation des Überflutungsvorgangs nötig, um der im Vergleich zu Binnenhochwassern kurzen Standzeit extremer Sturmflutwasserstände Rechnung zu tragen. Abbildung 2 verdeutlicht die Modellierung für das Szenario eines Deichbruchs an Küste Land Wurstens während einer Sturmflut im Jahre 1976. Für die Sturmfluten der Jahre 1962 und 1999 ergibt sich teilweise ein deutlich verändertes Überflutungsgeschehen, wie Abbildung 3 beispielhaft für die überflutete Fläche sowie die Überflutungswassertiefe zeigt.

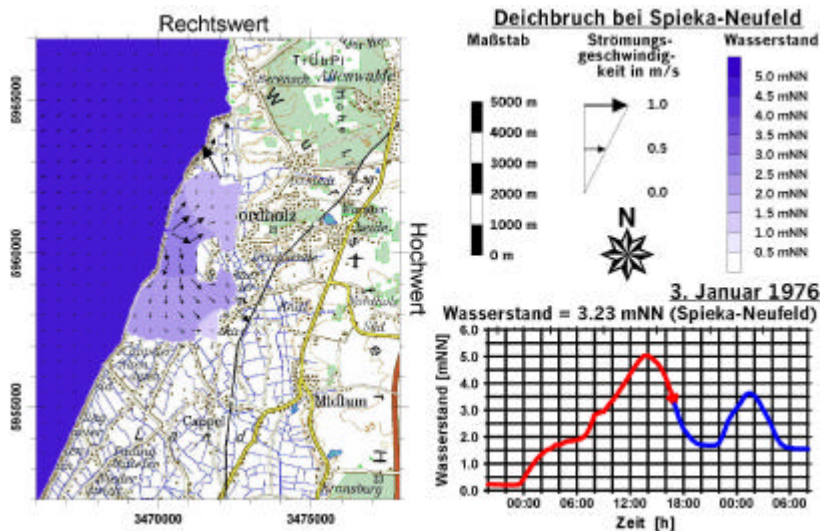


Abbildung 2: Dynamische Ausweisung des Überflutungsgebiets im Land Wursten für einen Deichbruch bei Spieka-Neufeld während der Sturmflut vom 03.03.1976

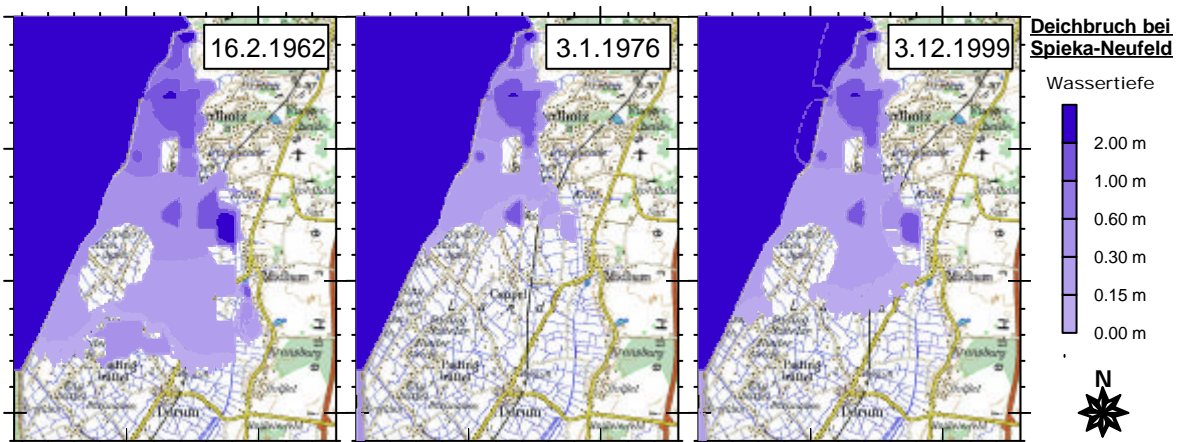


Abbildung 3: Vergleich der Überflutungsfläche im Land Wursten nach Deichbruch bei Spieka-Neufeld für die höchsten Sturmfluten der Jahre 1962, 1976 und 1999

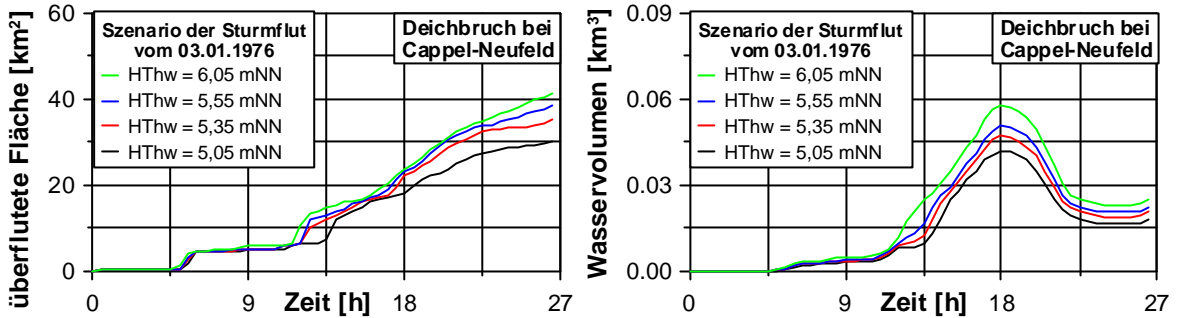


Abbildung 4: Überflutungsverlauf für Szenarien der Sturmflut des Jahres 1976  
links: Überflutungsfläche, rechts: Überflutungsvolumen

Ähnlich wie aus dem statischen Verfahren der Überflutungsflächenausweisung folgt auch aus der dynamischen Analyse ein deutlicher Anstieg der Überflutungsfläche sowie des durch einen Deichbruch einströmenden Wasservolumens. Abbildung 4 weist einen Anstieg der Überflutungsfläche um ca. 25 % und des Überflutungswasservolumens um ca. 10 % bei einem Anstieg des Thw um 0,3 m aus.

#### 4. HINTERLANDNUTZUNG IM ÜBERFLUTUNGSGBIET

Um die Folgen des Versagens eines Küstenschutzsystems im Hinterland zu bewerten, erfolgt in dem geographischen Informationssystem RISK (WEIGEL und MAI, 2002) ein Verschneiden der Überflutungsfläche mit dem im Landschaftsmodell ATKIS-DLM kartierten Hinterlandnutzungen. Durch Zuordnung der Hinterlandnutzungen zu den Vermögenskategorien der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (HOFSTEDDE und HAMANN, 2000, MEYER und MAI, 2003) ist eine Monetarisierung der betroffenen Hinterlandnutzungen sowie unter Berücksichtigung des von der Überflutungswassertiefe abhängigen Schädigungsgrads eine Quantifizierung des Überflutungsschadens möglich.

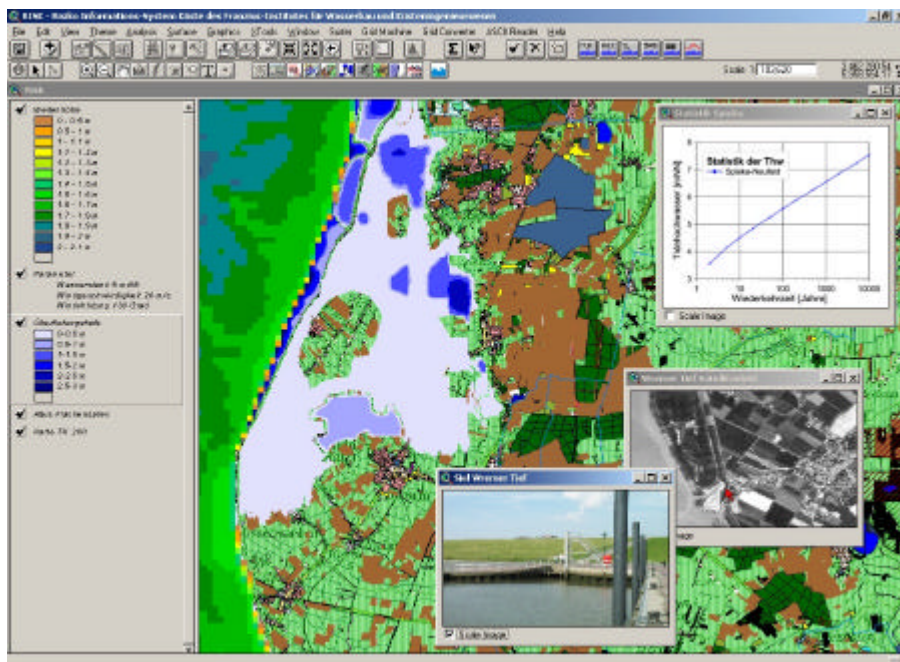


Abbildung 5: Nutzungsanalyse in einem Überflutungsgebiet unter Verwendung des geographischen Informationssystems RISK (MEYER und MAI, 2003)

Für das Land Wursten führt der diskutierte Wasserstandsanstieg von 0,3 m zu einer Vergrößerung der betroffenen landwirtschaftlichen Fläche um 25 % und der betroffenen Wohnfläche um 70 %.

## **5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK**

Die Analyse der Vulnerabilität als Teil einer Risikoanalyse des deutschen Küstenhinterlands zeigt, daß infolge eines beschleunigten Wasserstandsanstiegs nicht nur die Sicherheit der Küstenschutzanlagen vermindert wird, sondern auch der zu erwartende Überflutungsschaden erheblich anwachsen wird. Als Reaktion auf das wachsende Risiko im Küstenhinterland wird im BMBF-Projekt KRIM derzeit ein Entscheidungshilfesystem zur Weiterentwicklung und Auswahl zukünftiger Küstenschutzstrategien entwickelt.

## **6. SCHRIFTTUM**

- KIESE, M., LEINEWEBER, B.: Risiko einer Küstenregion bei Klimaänderung – Ökonomische Bewertung und räumliche Modellierung des Schadenpotentials in der Unterweserreion. Hannoversche Geographische Arbeitsmaterialien der Abteilung Wirtschaftsgeographie der Universität Hannover, H. 25, 77 S., Hannover, 2001.
- KLAUS, J., SCHMIDTKE, R. F.: Bewertungsgutachten für Deichbauvorhaben an der Festlandküste – Modellgebiet Wesermarsch. Hrsg. BUNDESMINISTER FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 150 S., Eigenverlag, Bonn, 1990.
- HOFSTEDDE, J., HAMANN, M.: Wertermittlung sturmflutgefährdeter Gebiete in Schleswig-Holstein, Mitteilungen des Franzius-Instituts für Wasserbau und Küsteningenieurwesen der Universität Hannover, H. 85, S. 105 – 112, Hannover, 2000.
- HOOZEMAN, F. M. J., MARCHAND, M., PENNEKAMP, H. MISDORP, R., BIJLSMA, L., STIVE, M. J. F.: Vulnerability of Coastal Areas to Sea-Level Rise: Some Global Results. Delft Hydraulics, No. 472, 14 S., Delft, Netherlands, 1992.
- MAI, S., V. LIEBERMAN, N.: Flood Risk in Coastal Regions. Proceedings of the 22nd Int. Conf. on Hydrodynamics and Aerodynamics in Marine Engineering HADMAR, S. 319 - 324, Varna, Bulgaria, 2001.
- MAI, S., ZIMMERMANN, C.: Konzepte und Techniken im Küstenschutz im Land Niedersachsen unter geänderten Klimabedingungen. Mitteilungen des Franzius-Instituts für Wasserbau und Küsteningenieurwesen der Universität Hannover, H. 84, S. 97 - 178, 2000.
- MEYER, V., MAI, S.: Verfahren zur Berechnung der Schäden nach Deichbruch an der niedersächsischen Küste. Tagungsband des Treffens der AMK, Essen, 2003 (zur Veröffentlichung angenommen)
- STERR H., SIMMERING, F.: Die Küstenregion im 21. Jahrhundert. Einschätzungen der Folgen des Klimawandels aus der Sicht des IPCC. Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft, Bd. 18, S. 181 – 188, 1996.
- WEIGEL, J., MAI, S.: GIS-gestützte Schadenpotenzial- und Risikoanalyse an der niedersächsischen Küste. Geographische Rundschau, S. 43 – 46, Braunschweig, 2002.