

Sturmflutgefährdete Gebiete und potentielle Wertverluste an den Küsten Schleswig-Holsteins. Planungsgrundlagen für künftige Küstenschutzstrategien.

MATTHIAS HAMANN (Büsum) & HEINZ KLUG (Kiel)

Zusammenfassung

Der hohe Aufwand, der mit der Unterhaltung und Verstärkung von Küstenschutzanlagen verbunden ist, erfordert eine gezielte Lenkung der finanziellen Mittel. Diese kann durch die Gegenüberstellung der Aufwendungen mit dem gewonnenen Nutzen unterstützt werden. Das Ziel der vorgestellten Studie ist die Erarbeitung einer Planungsgrundlage für künftige Küstenschutzstrategien durch die Inventur der von einer Überflutung potentiell gefährdeten Werte in den Küstengebieten Schleswig-Holsteins und deren vergleichende Bewertung mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems.

Als erster Schritt erfolgte die genaue räumliche Abgrenzung der potentiellen Überflutungsgebiete als Grundlage für deren digitale Erfassung. Die Hauptphase des Projektes umfaßte die Konzeption und den Aufbau der GIS-Datenbasis. Hierfür standen sowohl digitale als auch analoge Kartengrundlagen und Statistiken, Satellitenbilddaten sowie ein digitales Geländemodell zur Verfügung. Die verschiedenen Datenquellen wurden auf ihre Eignung hin überprüft, aneinander angepaßt und für die Wertermittlung aufbereitet.

Das verwendete Wertermittlungsverfahren orientiert sich an vorliegenden methodischen Modelluntersuchungen und Fallstudien und liefert eine grobe Abschätzung der überflutungsgefährdeten Werte. Anhand aggregierter Daten der amtlichen Statistik wird das Schadenspotential der betroffenen Gemeinden ermittelt und mit Hilfe eines GIS-gestützten Aufschlüsselungsverfahrens auf die einzelnen naturräumlich abgegrenzten Teilräume (Köge) des potentiell sturmflutgefährdeten Gebietes umgerechnet.

Gliederung:

1. Anlaß und Ziel der Studie
2. Abgrenzung des Untersuchungsgebietes
3. Methodische Grundlagen der Wertermittlung
4. Datengrundlagen und Aufbau der digitalen Datenbasis
5. Einsatz des GIS zur Aufschlüsselung der gemeindebezogenen Werte auf topographisch abgrenzbare Raumeinheiten
6. Literatur

1. Anlaß und Ziel der Studie

Anläßlich der geplanten Fortschreibung des Generalplanes „Deichverstärkung, Deichverkürzung und Küstenschutz in Schleswig-Holstein“ (vergl. MELF 1986) wurde vom Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei des Landes Schleswig-Holstein (jetzt: Ministerium für ländliche Räume, Landwirtschaft, Ernährung und Tourismus) ein Bewertungsgutachten für die potentiell überflutungsgefährdeten Gebiete an den Küsten Schleswig-Holsteins in Auftrag gegeben.

Ziel der Studie ist die Abschätzung der Folgen einer potentiellen Überflutung küstennaher Gebiete (Köge, Niederungen) im Verlauf einer Sturmflut, insbesondere die Ermittlung der auftretenden Wertverluste.

Die Ergebnisse der Untersuchung sollen dazu dienen, den gestiegenen Herausforderungen an den Küstenschutz gerecht zu werden, welche sich einerseits vor dem Hintergrund eines beschleunigten Meeresspiegelanstiegs bzw. höherer Sturmflutwasserstände und Sturmfluthäufigkeiten abzeichnen und sich andererseits aus der Verknappung der öffentlichen Mittel ergeben. Um künftige Küstenschutzmaßnahmen gezielt lenken zu können, wird ein Wertermittlungsverfahren angewendet, welches eine vergleichende Abschätzung der in den einzelnen Kögen und Niederungen vorhandenen wirtschaftlichen Werte und deren Gegenüberstellung mit den Küstenschutzausgaben ermöglicht.

Grundlage der Studie bildet daher eine Analyse des Schadenspotentials dieser Gebiete (Ermittlung der im Falle einer Überschwemmung gefährdeten Menschenleben und Sachwerte, z.B. Wohngebäude, Produktionsstätten, landwirtschaftliche Nutzflächen etc.), auf deren Basis eine Abgrenzung von Regionen unterschiedlicher Überflutungsempfindlichkeit erfolgt. Die erforderlichen Daten werden mit einem Geographischen Informationssystem erfaßt, verwaltet und analysiert, welches zukünftig als Teil eines Küstenschutzinformationssystems zur Planung und Umsetzung künftiger Küstenschutzstrategien unter Einbeziehung eines Risikomanagements eingesetzt werden soll (vergl. PROBST 1994).

2. Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Von einer Überschwemmung im Falle einer Sturmflut sind potentiell alle tiefliegenden, also unterhalb der höchsten bisher gemessenen Wasserstände gelegenen Gebiete an den Küsten Schleswig-Holsteins bedroht.

Im folgenden sollen die potentiellen Überflutungsgebiete genauer abgegrenzt und damit das Untersuchungsgebiet definiert werden.

2.1 Nordseeküste

Der weitaus größte Teil der schleswig-holsteinischen Westküste besteht aus tiefliegenden Marschen, welche sich kaum über das Meeresniveau erheben und daher der Gefahr einer Überflutung ausgesetzt sind. Der höchste Sturm

flutwasserstand wurde an der Westküste am Pegel Husum im Januar 1976 mit 1065 cm über Pegelnull (entspricht 565 cm NN und 411 cm über MThw) gemessen. Somit würden ohne den Schutz der Deiche große Marschengebiete bis an den Geestrand überflutet werden können, einen entsprechend lange andauernden Hochwasserstand vorausgesetzt.

Jedoch hat der Mensch das Risiko der Überschwemmung für große Teile der Marschen und Niederungen durch umfangreiche Küstenschutzmaßnahmen erheblich verkleinern können. Schutz vor Sturmfluten bieten an der Nordsee die Landesschutzdeiche, welche sich an der Festlandsküste über eine Gesamtlänge von 292 km erstrecken (MELFF 1992) und damit nahezu die gesamte Küstenlinie prägen. Nur bei St.Peter-Ording und bei Schobüll sind kurze Strecken nicht durch Deiche geschützt. Während in St.Peter ein Dünengebiet die Schutzfunktion übernimmt, grenzt bei Schobüll die Geest direkt ans Meer.

Weitere 65 km Landesschutzdeich sowie 39 km andere Deiche schützen die Küsten der Halligen und Inseln, von denen jedoch besonders die Geestkerninseln zum großen Teil durch sandige Küsten und Steilufer gekennzeichnet sind.

Trotz der Gestaltung der Hauptdeiche nach neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen können Deichbrüche auch weiterhin nicht mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen werden. Große Bedeutung bei der Begrenzung des Überflutungsrisikos wird daher der zweiten Deichlinie zugemessen (vergl. PETERSEN 1966, FÜHRBÖTER 1987). Sie wird von den sogenannten Mitteldeichen, ehemaligen Hauptdeichen, gebildet und stellt an der Nordseeküste die landwärtige Begrenzung des Untersuchungsgebietes dar, weil die Mitteldeiche bei einem Bruch des Hauptdeiches die überflutete Fläche begrenzen und so erheblich zum Schutz der großen Niederungsgebiete beitragen. Jedoch sind nicht an allen Küstenabschnitten Mitteldeiche vorhanden. Wo keine zweite Deichlinie existiert, etwa im überwiegenden Teil der Elbmarschen, erfolgte die Abgrenzung der potentiellen Überflutungsgebiete anhand von Höhendaten und Überschlagsrechnungen von Koogfüllungen nach FÜHRBÖTER (1987).

Neben den Halligen und Marscheninseln werden auch die Geestkerninseln vollständig zum Untersuchungsgebiet gerechnet, da sie wegen ihrer exponierten Lage und ihrer Zusammensetzung aus leicht erodierbarem Material besonders anfällig gegenüber Sturmfluten sind.

2.2 Ostseeküste

Auch an der durch ein bewegteres Relief gekennzeichneten Ostseeküste liegen zahlreiche Niederungsgebiete im Einflußbereich der hier zwar bisher seltener vorkommenden, aber dennoch nicht weniger verheerend wirkenden Hochwasserstände. An der Ostseeküste erreichte die höchste bisher bekannte Sturmflut im November 1872 einen Wasserstand von 3,30 m über NN und richtete besonders in den Küstenstädten große Schäden an. Viele Niederungen der Ostseeküste werden durch Landesschutzdeiche (68 km) oder sonstige Deiche (49 km) geschützt. Der größte Teil der schleswig-holsteinischen

Ostküste besteht jedoch aus ungeschützten sandigen Flachküsten und Steiluferrn.

Potentiell sturmflutgefährdete Gebiete an den Küsten Schleswig-Holsteins

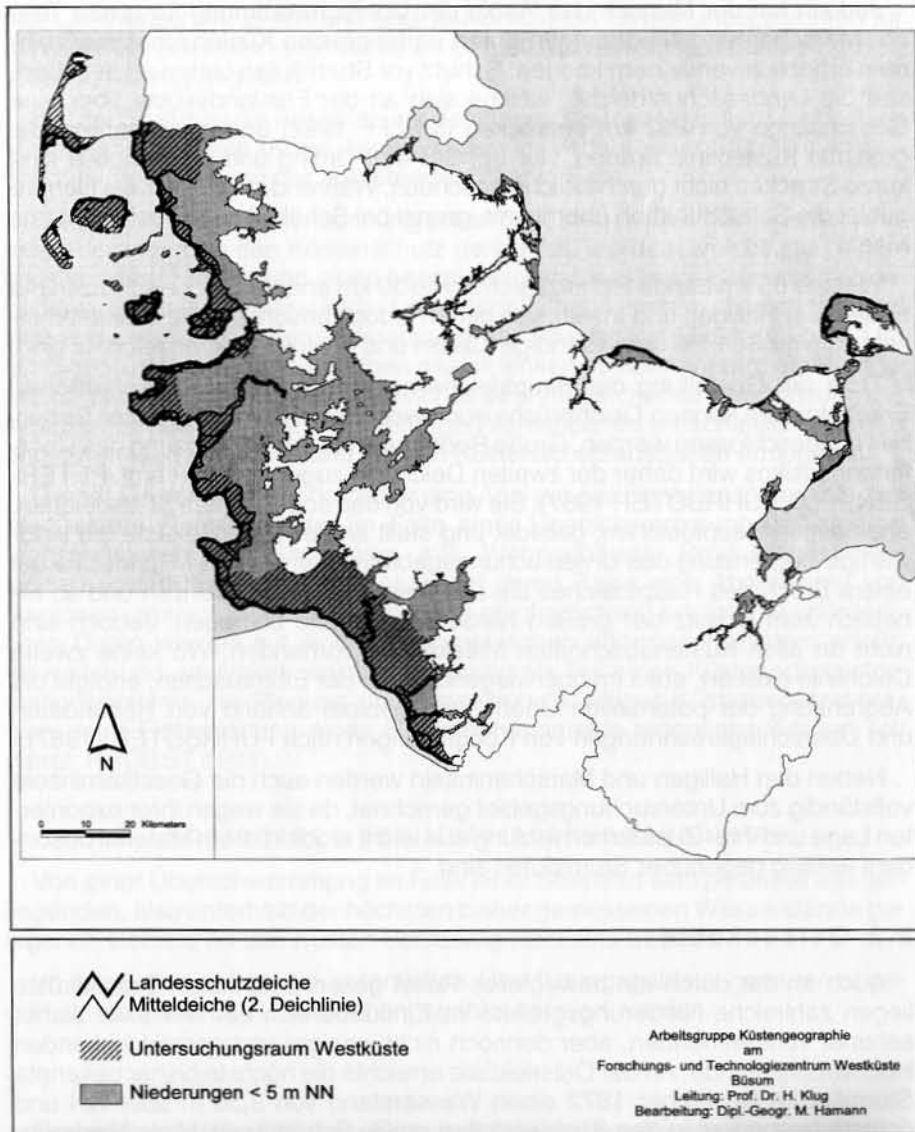


Abb. 1 zeigt die unterhalb der 5-m-Höhenlinie liegenden Niederungsgebiete an Nord- und Ostsee sowie den Untersuchungsraum Westküste.

3. Methodische Grundlagen der Wertermittlung

Die Wertermittlung vollzog sich unter bewußter Beschränkung auf die Erfassung ökonomischer Parameter, da die Einbeziehung anderer Wertigkeitsbereiche, z. B. ökologischer oder kulturhistorischer Werte, vom Auftraggeber nicht vorgesehen war und dies den zeitlichen und finanziellen Rahmen des Projektes gesprengt hätte. Das anzuwendende Wertermittlungsverfahren sollte eine grobe Abschätzung der von einer potentiellen Überflutung gefährdeten ökonomischen Werte ermöglichen und möglichst einfach und nachvollziehbar aufgebaut sein.

Für die Entwicklung des Wertermittlungsverfahrens konnten verschiedene vorliegende Studien herangezogen werden (vergl. BALL et al. 1991, KARAS et al. 1991, PENNING-ROWSELL et al. 1992, KLAUS & SCHMIDTKE 1990).

Diese unterscheiden sich u. a. in ihrem Bearbeitungsmaßstab, in der Detailliertheit der zugrunde liegenden Datenbasis sowie in ihrem methodischen Instrumentarium. GEWALT et al. (1996) unterscheiden zwischen mikro-, meso- und makroskaligen Untersuchungen. Der mikroskalige Ansatz findet überwiegend bei kleinräumigen Fragestellungen Anwendung, während die Methodik mesoskaliger Untersuchungen für größere Gebiete, z. B. für Küstenräume, in Frage kommt (SCHMIDTKE 1995). Makroanalysen beziehen sich auf die nationale bzw. internationale Ebene (GEWALT et al. 1996).

Während bei kleinräumigen Untersuchungen sehr detaillierte Aufnahmen des Schadenspotentials erfolgen können, müssen sich mesoskalige Analysen auf aggregierte Datenbestände stützen, da eine detaillierte flächenscharfe Wertermittlung wegen der Größe des Untersuchungsgebietes oftmals nicht praktikabel ist.

Für den deutschsprachigen Bereich liegt mit dem „Bewertungsgutachten für Deichbauvorhaben an der Festlandsküste – Modellgebiet Wesermarsch“ (KLAUS & SCHMIDTKE 1990) eine exemplarische Studie vor, deren Bewertungsmethodik als Leitfaden für das hier zu entwickelnde Bewertungsverfahren dient. Es handelt sich hier um eine Analyse auf der Mesoebene, welche sich auf amtliche Statistiken stützt.

Anhand der statistischen Daten werden die sozio-ökonomische Basis (Bevölkerung, Wohnstätten, Infrastruktur), die regionalen Produktionsstätten und -faktoren (Arbeit, Kapital, Boden) sowie das laufende Wirtschaftsergebnis der betroffenen Gemeinden ermittelt. Durch Verknüpfung dieser Daten mit statistischen Schlüsselgrößen wird die Gesamtheit der geschützten ökonomischen Werte pro Gemeinde berechnet und mit Hilfe von Aufteilungsschlüsseln auf topographisch abgrenzbare Raumeinheiten umgebrochen. Dabei wird die in der Wesermarsch-Studie angewendete Methodik den lokalen Verhältnissen angepaßt und der unterschiedlichen Datenbasis entsprechend modifiziert.

Im Rahmen des Projektes wurde zusätzlich eine kleinräumige Analyse im Rahmen einer Diplomarbeit angefertigt, welche eine detaillierte, parzellenscharfe Aufnahme des Schadenspotentials beinhaltet. Die Ergebnisse dieser

Studie wurden mit den nach dem „Wesermarsch“-Verfahren ermittelten Werten verglichen und auf diese Weise zur Optimierung der Bewertungsmethodik verwendet (vergl. REESE 1997).

4. Datengrundlagen und Aufbau der digitalen Datenbasis

Grundlage für die Wertermittlung der potentiellen Überflutungsgebiete an den Küsten Schleswig-Holsteins ist die Erfassung und Integration topographischer und thematischer Daten für den Untersuchungsraum mit einem Geographischen Informationssystem.

Die Gestaltung der digitalen Datenbasis wird durch die Anforderungen des gewählten Wertermittlungsverfahrens bestimmt. Daten und Informationen verschiedenster Quellen werden mit Hilfe des GIS erfaßt, verwaltet, aneinander angepaßt und somit zu einer homogenen Datenbasis zusammengefügt:

- Physisch-geographische Grundlagen:
 - Höheninformationen (DGM50)
 - Topographische Strukturen (Deichlinien, Verkehrswege, Siedlungsflächen etc. (TK50))
- Landnutzungsdaten (LANDSAT-TM)
- Sozio-ökonomische Werte der verschiedenen Flächennutzungstypen (Statistiken)
- Bodengütedaten (Bodenkarten, Bodenschätzung)

Im Laufe der ersten Projektphase bestätigte sich die Erfahrung anderer GIS-Projekte, daß – unter den heutigen Bedingungen der Verfügbarkeit digitaler Daten – der größte Teil des Arbeitsaufwandes des Gesamtprojektes für den Aufbau und die Abstimmung der Datenbasis betrieben werden muß und die GIS-gestützte Analyse der Daten im Vergleich dazu relativ wenig Zeit in Anspruch nimmt. Die wesentlichen Arbeitsschritte beim Aufbau des GIS waren:

- Abgrenzung des Untersuchungsgebietes
- Konzeption der GIS-Datenbasis (Definition der benötigten Daten, Attribut-schlüsselerarbeitung)
- Recherche, Sichtung und Überprüfung vorhandener digitaler Daten
- Datenrecherche und -beschaffung zusätzlicher topographischer Daten (DGM, analoge und digitale TK, Satellitenbilddaten)
- Datenrecherche und -beschaffung statistischer Daten (z.B. Gemeindestatistik) und thematischer Karten (z.B. Bodenkarten, Bodengütedaten)
- Eigendigitalisierungen
- Datendokumentation
- Abstimmung mit den Bearbeitern anderer Teilmodule des geplanten Küstenschutzinformationssystems (z. B. Küstenkataster)

DATENQUELLEN UND DATENFLUSS BEWERTUNGSGUTACHTEN

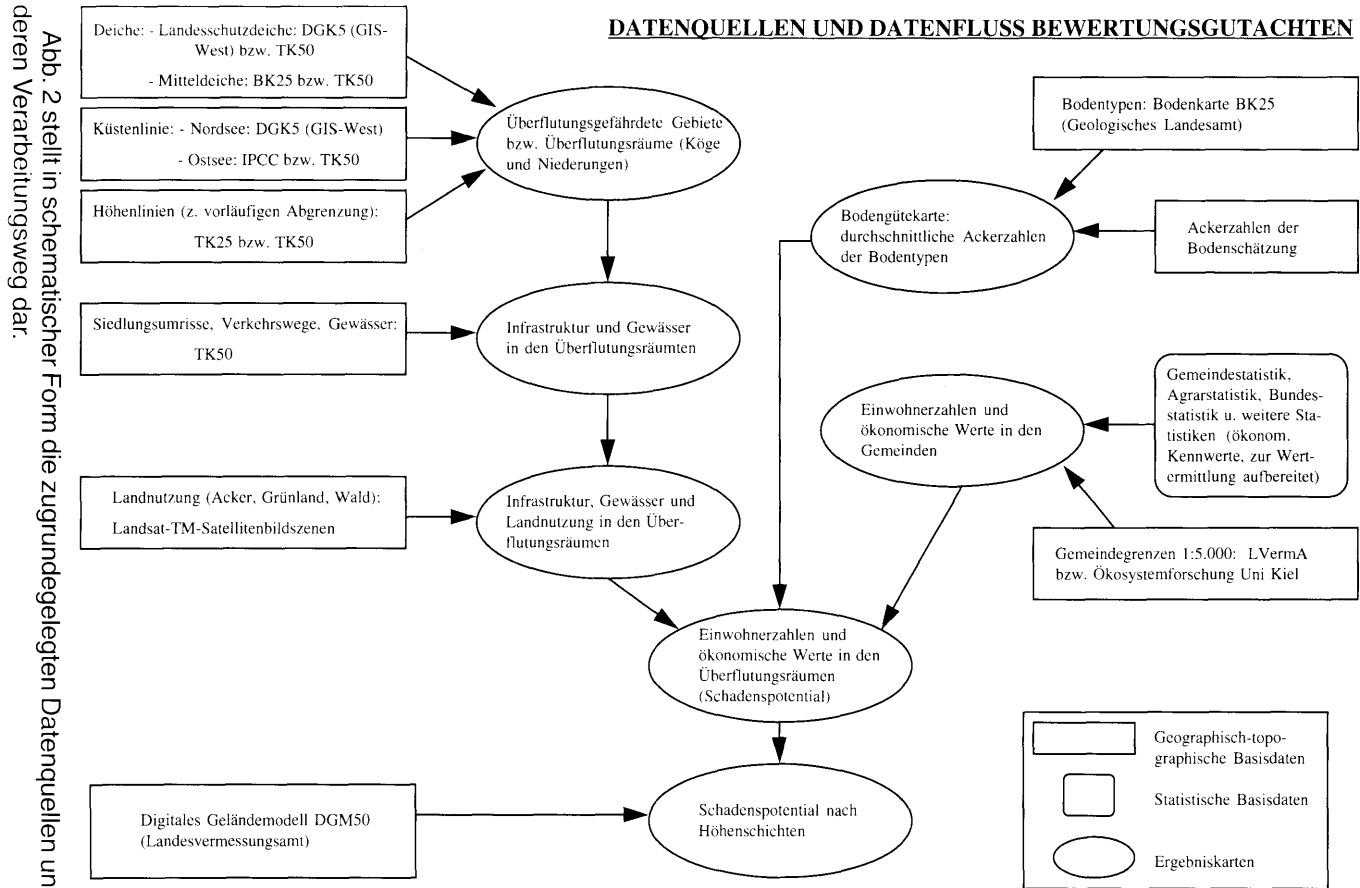


Abb. 2 stellt in schematischer Form die zugrundegelegten Datenquellen und deren Verarbeitungsweg dar.

Die benötigten Daten lagen zum Teil bereits in digitaler Form vor, der größte Teil mußte jedoch durch Eigendigitalisierung in das gewünschte Format gebracht werden.

4.1 Digitale Datengrundlagen

4.1.1 Digitale Daten der Landesvermessung

Für die Konzeption des GIS wurde es aus rationellen Gründen als ratsam erachtet, soweit wie möglich bereits vorhandene digitale Datenbestände zu nutzen. Der Aufbau des GIS, insbesondere die Datenbeschaffung und -einbindung vollzog sich dabei unter besonderen Rahmenbedingungen, da die Laufzeit des Projektes in die Umbruchsphase in der Landesvermessungsverwaltung fiel, in welcher die Umstellung von überwiegend konventionell hergestellten Karten auf digitale topographische Informationssysteme erfolgte. Der ATKIS-Datenbestand des Landesvermessungsamtes befand sich zur Laufzeit des Projektes in der Aufbauphase, so daß diese Daten – obwohl dies wünschenswert gewesen wäre – noch nicht eingesetzt wurden, weil sie zur Hälfte der Projektlaufzeit noch nicht für das ganze Untersuchungsgebiet zur Verfügung standen.

Somit wurde für den Aufbau der geographischen Datenbasis auf andere, bereits verfügbare digitale Daten zurückgegriffen bzw. eine Eigendigitalisierung der fehlenden Elemente vorgenommen.

Als topographische Datengrundlage für den Aufbau des GIS wurde die Topographische Karte 1:50.000 (TK50) gewählt, welche zur Erfassung flächiger und linearer Landschaftselemente (Siedlungsumrisse, Gewässer, Verkehrswege) diene.

Die TK50 wird vom Landesvermessungsamt seit November 1995 in gescannter Form angeboten. Die Karten werden im Rasterformat (TIFF) in thematischen Schichten geliefert und konnten daher folienweise als Vorlage bei der Digitalisierung am Bildschirm verwendet werden.

Für die Herstellung des Flächenbezugs der sozioökonomischen Daten wurde die vom Landesvermessungsamt angebotene digitale Gemeindegrenzenkarte 1:5.000 verwendet.

Eine weitere für das Projekt wichtige amtliche Datenquelle ist das Digitale Geländemodell im 50-m-Raster (DGM50) des Landesvermessungsamtes, welches sich zur Projektlaufzeit ebenfalls im Aufbau befand. Es dient zur Abgrenzung der überflutungsgefährdeten Gebiete, zur Simulation von Überflutungsszenarien und damit zur Wertermittlung für verschiedene Höhenstufen.

4.1.2 GIS-Daten aus Forschungsprojekten

Aus der im FTZ aufgebauten digitalen Datenbasis GIS-WEST, welche sieben verschiedene thematische Informationsebenen auf der Basis der DGK5 flächendeckend für einen ca. 4-5 km breiten Küstenstreifen umfaßt, konnten Deichlinien und andere Küstenschutzelemente übernommen werden. Die Geometrien weisen durch den großen Digitalisiermaßstab eine hohe Lagegenauigkeit auf, welche sich auch im Vergleich mit einer GPS-Vermessung der Deichlinie des ALW Husum zeigte.

Zu Projektbeginn lagen weiterhin digitale Karten des deutschen Küstenraumes vor, welche im Rahmen des Projektes „Exemplarische qualitative und quantitative Inventarisierung des deutschen Küstenraumes mit Hilfe eines GIS“ als Teil der IPCC-Fallstudie „Potentielle Gefährdung und Vulnerabilität der deutschen Nord- und Ostseeküste bei fortschreitendem Klimawandel“ erstellt wurden. Aus diesem Datenbestand konnte die Ostseeküstenlinie übernommen werden. Da in diesem Projekt ein anderes geodätisches Bezugssystem verwendet wurde, mußten die IPCC-Karten zuvor von UTM- in Gauß-Krüger-Koordinaten transformiert werden.

4.1.3 Satellitenbilddaten

Für die flächendeckende Gewinnung von aktuellen Landnutzungsdaten wurde die Klassifizierung zweier LANDSAT-TM-Satellitenbildszenen gewählt, da diese Methodik angesichts der Größe des Untersuchungsgebietes als praktikabelste Lösung erschien. Während an der Ostküste, wo die betroffenen Flächen relativ klein sind, Standardverfahren der Bildklassifizierung nach dem Maximum-Likelihood-Verfahren eingesetzt wurden, kam an der Westküste, wo wesentlich größere Gebiete unterhalb von 5 Metern liegen, eine an Problem und Naturraum angepaßte Methodik, basierend auf einer schrittweisen unüberwachten Klassifizierung mit umfangreicher visueller Nachkontrolle, zum Einsatz. Der wesentlich höhere Zeitaufwand dieser Methodik zahlte sich in einer höheren Genauigkeit aus.

4.2 Analoge Datengrundlagen

4.2.1 Bodengütedaten

Weil Bodengütedaten im Arbeitsmaßstab des Projektes nicht verfügbar waren, wurde auf Empfehlung des Geologischen Landesamtes eine Verknüpfung der Informationen der Bodenkarte 1:25.000 (BK25) mit den Ackerzahlen der Bodenschätzung vorgenommen. Zu diesem Zweck wurden die für die Westküste verfügbaren Bodenkarten in vereinfachter Form digitalisiert. Für mehrere repräsentative Testgebiete wurden die durchschnittlichen Ackerzahlen der häufigsten Bodentypen ermittelt und auf die Gesamtfläche übertragen.

Für den Untersuchungsraum Ostseeküste waren keine Bodenkarten erhältlich. Die Ermittlung der Bodengüte erfolgte daher anhand von Durchschnittswerten, welche vom Statistischen Landesamt auf Gemeindeebene bereitgestellt werden.

4.2.2 Sozio-ökonomische Daten

Da das Wertermittlungsverfahren in Anlehnung an KLAUS & SCHMIDTKE (1990) auf aggregierten sozio-ökonomischen Daten aufbaut, wurden die relevanten gemeindebezogenen Statistiken des Statistischen Landesamtes Schleswig-Holstein (z. B. Einwohnerzahlen, Gebäude- und Wohnungsbestände, Arbeitsstättenzählung, Agrarstatistik, Fremdenverkehrszahlen etc.) an die GIS-Datenbank angefügt und mit der digitalen Gemeindegrenzenkarte verknüpft.

5. Einsatz des GIS zur Aufschlüsselung der gemeindebezogenen Werte auf topographisch abgrenzbare Raumeinheiten

Da für konkrete Küstenschutzplanungen die Ermittlung der gefährdeten Werte für einzelne potentielle Überflutungseinheiten im Vordergrund steht, wurde ein GIS-gestütztes Aufschlüsselungsverfahren entwickelt, mit dem die für die Gemeindeflächen berechneten Vermögenswerte auf topographisch abgrenzbare Raumeinheiten, d. h. auf Köge und Niederungen, umgebrochen werden können.

Die Umrechnung beruht zunächst auf der Verknüpfung der sektorspezifisch ermittelten, gemeindebezogenen Vermögenswerte mit den entsprechenden Flächennutzungstypen. So werden Bevölkerungszahlen, Gebäudewerte und die Vermögenswerte der einzelnen Wirtschaftssektoren auf die besiedelte Fläche einer Gemeinde bezogen. Dabei muß aufgrund der maßstabsbedingten Ungenauigkeit der Flächennutzungsangaben von einer Gleichverteilung der Werte über die Bezugsfläche ausgegangen werden.

Beispielsweise wird das anhand der Statistiken ermittelte Gebäudekapital der Wohngebäude mit der im GIS erfaßten Siedlungsfläche einer Gemeinde verknüpft. Auf der Basis mehrerer Verschneidungsvorgänge können die jeweiligen Flächenanteile der auf verschiedene Köge verteilten Gesamtsiedlungsfläche einer Gemeinde ermittelt und anhand der Relationen ein Aufteilungsschlüssel für die an diese Flächen gebundenen Werte berechnet werden. Anhand der Aufteilungsschlüssel lassen sich die Vermögenswerte der einzelnen Köge bzw. Niederungen ermitteln. In gleicher Weise erfolgt die Wertermittlung für verschiedene Höhengschichten. Erste Ergebnisse der Wertermittlung sind in Tab. 1 dargestellt.

	Westküste	Ostküste	Gesamt
Fläche in km²	1.516	461	1.977
Einwohner	141.766	178.555	320.321
Wohnungsvermögen in Mrd. DM (Gebäudewerte)	13,286	16,977	30,263
Hausrat in Mrd. DM	5,314	6,791	12,105
Kapitalstock in Mrd. DM	12,328	36,366	48,694
Vorratsvermögen in Mrd. DM	0,818	2,415	3,233
Summe in Mrd. DM	31,746	62,549	94,295

Tab. 1: Gesamtwerte der wichtigsten Bewertungskategorien in den potentiell sturmflutgefährdeten Gebieten

6. Literatur

- BALL, J. H.; CLARK, M. J.; COLLINS, M. B.; GAO, S.; INGHAM, A.; ULPH, A. (1991): The Economic Consequences of Sea Level Rise on the South Coast of England. GeoData Institute Report to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Unpublished. 2 Volumes. 139 u. 140 S.
- FÜHRBÖTER, A. (1987): Über den Sicherheitszuwachs im Küstenschutz durch eine zweite Deichlinie. In: Die Küste, H. 45, S. 181-207.
- GEWALT, M.; KLAUS, J.; PEERBOLTE, E.B.; PFLÜGNER, W.; SCHMIDTKE, R. F.; VERHAGE, L. (1996): EUROflood – Technical Annex 8. Economic Assessment of Flood Hazards – Regional Scale Analysis-Decision Support System (RSA-DSS). München. 37 S.
- HOEDEL, K. (1996): Kosten-Nutzen-Analyse für Küstenschutzmaßnahmen in der Gemeinde Maasholm (Kreis Schleswig-Flensburg). Unveröffentl. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Kiel. 100 S.
- KARAS, J. H. W.; TURNER, R. K.; BATEMAN, S.; DOKTOR, P.; BROWN, D.; MAHER, A.; BATEMAN, I.; ROBERTS, L. J. (1991): Economic Appraisal of the Consequences of Climate-Induced Sea Level Rise: A Case Study of East Anglia. University of East Anglia Report to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Unpublished. 222 S.
- KLAUS, J.; SCHMIDTKE, R. F. (1990): Bewertungsgutachten für Deichbauvorhaben an der Festlandküste – Modellgebiet Wesermarsch. Untersuchungsbericht im Auftrag des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn. 150 S.
- Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (MELF) (1986): Generalplan Deichverstärkung, Deichverkürzung und Küstenschutz in Schleswig-Holstein, Fortschreibung 1986. Kiel. 23 S.
- Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei des Landes Schleswig-Holstein (MELFF) (1992): Küstensicherung in Schleswig-Holstein. Kiel. 50 S.
- PENNING-ROWSELL, E. C.; GREEN, C. H.; THOMPSON, P. M.; COKER, A. M.; TUNSTALL, S. M.; RICHARDS, C.; PARKER, D. J. (1992): The Economics of Coastal Management – A Manual of Benefit Assessment Techniques (The Yellow Manual). London. 380 S.

- PETERSEN, M. (1966): Die zweite Deichlinie im Schutzsystem der deutschen Nordseeküste. In: Die Küste, Jg. 14, H. 2, S. 100-106.
- PROBST, B. (1994): Überlegungen für einen Küstenschutz der Zukunft. In: Mitteilungen des Franzius-Instituts für Wasserbau und Küsteningenieurwesen der Univ. Hannover, H. 75, S. 52-68.
- REESE, S. (1997): Auswirkungen eines potentiellen Deichbruchs auf einen Fremdenverkehrsort am Beispiel von St. Peter-Ording. Eine touristisch orientierte Schadensanalyse im Rahmen eines Wertermittlungsverfahrens für die überflutungsgefährdeten Küsten Schleswig-Holsteins unter dem Aspekt des Meeresspiegelanstiegs. Unveröffentl. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Kiel. 155 S.
- SCHMIDTKE, R. F. (1995): Sozio-ökonomische Schäden von Hochwasserkatastrophen. Manuskript zur Veröffentlichung in: Darmstädter Wasserbau-Mitteilungen H. 40.

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Geogr. Matthias Hamann

Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, AG Küstengeographie

Hafentörn

25761 Büsum

E-mail: matthias@ftz-west.uni-kiel.de

Prof. Dr. Heinz Klug

Geographisches Institut der Universität

Olshausenstr. 40

24098 Kiel