Ökonomie der Anpassung an den Klimawandel

Kanig, Maximilian; Schröder, André

Schadenspotenzialanalyse für die deutsche Nordseeküste

Anwendung mesoskaliger Methoden auf höherer räumlicher Skala anhand frei verfügbarer Geodaten

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
FONA Ökonomie des Klimawandels BMBF
iöw INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Impressum

Autor/innen:
Maximilian Kanig (IÖW), André Schröder (IÖW)

Projektleitung:
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH, gemeinnützig
Gesamtprojektleitung: Dr. Jesko Hirschfeld (jesko.hirschfeld@ioew.de)
Mitarbeiter: Ulrich Petschow, Dr. Eugen Pissarskoi, André Schröder
Öffentlichkeitsarbeit: Richard Harnisch
***www.*ioew.de**

Kooperationspartner:
Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH
Mitarbeiter/innen: Dr. Ulrike Lehr, Dr. Christian Lutz, Dr. Thomas Drosdowski, Anne Nieters
www.gws-os.com

Humboldt Universität zu Berlin
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Department für Agrarökonomie,
Fachgebiet Ressourcenökonomie
Mitarbeiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Konrad Hagedorn, Prof. Andreas Thiel (PhD), Matteo Roggero (PhD)
www.agrar.hu-berlin.de

Zitiervorschlag
Kanig, Maximilian; Schröder, André (2014): Schadenspotenzialanalyse für die deutsche Nordseeküste, Berlin, Download: www.oekonomie-klimawandel.de

Der vorliegende Beitrag entstand im Forschungsprojekt „Ökonomie der Anpassung an den Klimawandel – Integration ökonomischer Modellierungen und institutioneller Analyse auf verschiedenen Ebenen“. Das Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Förderschwerpunkt "Ökonomie des Klimawandels" (Förderkennzeichen 01LA1137).

Für nähere Informationen zum Projekt: www.oekonomie-klimawandel.de

Berlin, Oktober 2014

Zusammenfassung

In dieser Studie wird eine Schadenspotenzialanalyse für die deutsche Nordseeküste auf Basis von frei verfügbaren Geodaten vorgenommen. Die Nordseeküste ist aufgrund ihrer Exposition und der tiefliegenden Gebiete besonders vulnerabel in Hinblick auf Überschwemmungen. Deiche und andere Verteidigungsmaßnahmen dienen dazu die Bevölkerung und die Werte in diesen Gebieten zu schützen. Ziel dieser Studie ist es einen Überblick über potenziell betroffene Menschen und Wertkonzentrationen in von Überschwemmungen gefährdeten Gebieten an der deutschen Nordseeküste zu erstellen, um besonders vulnerable Flächen zu bestimmen, den Nutzen der bereits vorhandenen Schutzanlagen darzustellen sowie die Kosten eines „Nicht-Handelns“ zu evaluieren. Zu diesem Zweck wurde methodisch an die mesoskaligen Schadenspotenzialanalysen angeknüpft und diese auf eine überregionale Ebene übertragen, um potenzielle Schäden mit einer einheitlichen Methodik modellieren zu können (Meyer 2005). In Verbindung mit einem Höhenmodell der Region wurden auch Schadensfunktionen für konkrete Überschwemmungsszenarien angewandt. Die Ergebnisse zeigen auf, dass die höchste Wertkonzentration im Schadensfall im Bereich menschlicher Siedlungen oder in Hafen- und Industrieflächen liegt. Die zum Vergleich durchgeführte Anwendung höherskaliger Analyseverfahren führte zu ähnlichen Ergebnissen und bestätigt insofern die Anwendung mesoskaliger Methoden auf höheren räumlichen Ebenen auf Basis von frei verfügbaren Geodaten. Jedoch muss für detaillierte Analysen und die akkurate Verortung von Werten in den Stadtstaaten oder in kleinräumig zersiedelten, ländlichen Gebieten im Einzelfall auf genauere Geodaten zurückgegriffen werden.

Abstract

In this study we conduct a damage potential analysis for the German North Sea Coast based on publicly available geodata. The North Sea Coast with its low lying land is especially vulnerable with respect to floods. Dikes and other defense measures serve as to protect the population and values in this area. The goal of this study is to give an overview of the potentially affected population and value concentrations in flood-prone areas on the German North Sea Coast so as to identify exceptionally vulnerable areas, to demonstrate the benefit of existing protection measures and to evaluate the costs of inaction. For this purpose we tie in with mesoscale damage potential analysis and translate it to the supraregional level in order to model potential damages in an integrative framework (Meyer 2005). In conjunction with an elevation model of the region, we apply damage functions for concrete flood scenarios. The results show that the highest value concentration in an event of damage would be located in areas of human settlement and harbor or industrial areas. The higher scale methods that have been conducted for reasons of comparison lead to similar results; this confirms the application of mesoscale methods on higher spatial level on the basis of publicly available geodata. However, more detailed analyses and the accurate positioning of values in city states or in small-scale fragmented rural areas would need more accurate geodata.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **3**

Abstract **3**

Inhaltsverzeichnis **4**

Abbildungsverzeichnis **5**

Tabellenverzeichnis **5**

1 Einführung **7**

2 Beschaffenheit des Untersuchungsgebiets **7**

2.1 Hydro-/Geomorphologie und Küstenschutz 7
2.2 Meeresspiegelszenarien 9

3 Material und Methodik **10**

3.1 Geodaten 10
3.2 Statistische Daten 11
3.3 Schadenspotenzialanalyse 11
3.4 Anwendung der Schadensfunktion 12

4 Ergebnisse **13**

4.1 Betroffene Fläche 13
4.2 Schadenspotenzial 13
4.3 Tatsächliche Schäden 16
4.4 Betroffene Einwohner/innen 19

5 Diskussion und Fehlerbetrachtung **20**

5.1 Vergleich mit anderen Studien im Untersuchungsgebiet 21

6 Fazit **23**

Literaturverzeichnis **24**

Anhang **26**

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Untersuchungsgebiet mit abgestuften Höhen und Relief 8
Abb. 4.1: Schadenspotenzial an der deutschen Nordseeküste 16
Abb. 4.2: Zu erwartende Schäden an der deutschen Nordseeküste (Szenario „HHThw“)...18
Abb. 4.3: Betroffene Einwohner/innen /m² an der deutschen Nordseeküste....19
Abb. 4.4: Prozentualer Anteil der zu erwartenden Schäden an den Gesamtwerten der Landkreise des IPCC-Szenarios 20
Abb. 5.2: Vergleich des Schadenspotenzials der vorliegenden, höherskaligen Analyse (unten) mit der mesoskaligen Analyse des KRIM-Projekts (Mai et al. 2004) am Beispiel Bremerhaven und Wilhelmshaven. 22

Tabellenverzeichnis

Tab. 4.1: Schadenspotenzial (SP) der Kreise nach den drei Meeresspiegelszenarien 14
Tab. 4.2: Tatsächliche Schäden und überflutete Fläche der betroffenen Landkreise 16

1 Einführung

Vor dem Hintergrund eines zu erwartenden Meeresspiegelanstiegs müssen Küstenschutzmaßnahmen ständig neu bewertet werden. Dazu kann es sinnvoll sein, zu schauen, an welchen Stellen hinter den Deichen und im Tiefland welche Werte versammelt sind, um Deichausbau ökonomisch effizient betreiben zu können. Die Nordseeküste ist durch ihre geomorphologische Genese und die tiefliegenden Gebiete besonders stark durch Überschwemmungen gefährdet und besitzt, neben der teilweise dichten Besiedlung, durch internationale Häfen und Industrieanlagen hohe Wertkonzentrationen, welche durch Deiche und andere Verteidigungsmaßnahmen geschützt werden müssen. Die starke Gefährdung des Küstenraums der Nordsee führte mit der Zeit zu einer fast kompletten Eindeichung. Die Höhen dieser Deiche werden ständig neu berechnet, nachdem sich Maßnahmen nach früheren Sturmfluten wie der Katastrophenflut von 1962 und den deutlich höheren Sturmfluten der 1970er Jahren häufig als unzureichend erwiesen hatten (NLWKN 2007).

Küstenschutz hat viele verschiedene Interessen zu berücksichtigen – wirtschaftliche Belange, Städtebau oder Umweltschutz konkurrieren häufig. Bei allen Überlegungen muss der Schutz der Bevölkerung in den betroffenen Gebieten immer die höchste Priorität haben (ebd.).

Mit der vorliegenden Analyse wird erstmalig versucht anhand von Open-Source-Software und frei verfügbaren Geodaten einen Überblick über Wertkonzentrationen und betroffene Menschen in von Überschwemmungen gefährdeten Gebieten an der deutschen Nordseeküste zu erstellen, um besonders schützenswerte Flächen zu erkennen, die bereits geschützten Werte darzustellen oder Kosten eines „Nicht-Handelns“ evaluieren zu können. Zu diesem Zweck bietet es sich an, die Methodik der vielen schon vorhandenen mesoskaligen Schadenspotenzialanalysen auf eine überregionale Ebene zu übertragen, um die tangiblen (monetär in Wert setzbaren) und direkten (durch physische Einwirkung des Wassers) potenziellen Schäden mit einer einheitlichen Methodik modellieren zu können (Meyer 2005). In Verbindung mit einem Höhenmodell der Region wurden auch Schadensfunktionen für konkrete Überschwemmungshöhen angewandt, da von einer 100-prozentigen Schädigung aller Werte im Untersuchungsgebiet im Überschwemmungsfall nicht auszugehen ist.

Weil die Daten aufgrund ihrer freien Verfügbarkeit geringer aufgelöst sind als kommerzielle Modelle, muss von Ungenauigkeiten ausgegangen werden; es soll aber betrachtet werden, in welchem Maße diese Methode einsetzbar ist und wo Abstriche zu machen sind. Ohne diese grobe Auflösung wäre die Übertragbarkeit der mesoskaligen Methodik auf eine so große Fläche wie die deutsche Nordseeküste auf Basis von den verwendeten Computerkapazitäten nicht machbar gewesen. Die Ergebnisse erheben hierbei auch nicht den Anspruch, flächendeckende Aussagen für Bauleitplanung oder gar Gebäudeplanung treffen zu können; vielmehr richten sich diese an Regional- und Küstenschutzfachplanung sowie Bundes- und Landespolitik.

2 Beschaffenheit des Untersuchungsgebiets

2.1 Hydro-/Geomorphologie und Küstenschutz

Von Wind hervorgerufene, und in unglücklichen Fällen durch Wassereintrag aus dem Atlantik und astronomische Konstellationen verstärkte Sturmfluten haben seit jeher eine wichtige Rolle bei der Küstenmorphologie gespielt (Behre 1994). In Folge des Meeresspiegelanstiegs von 120 m nach

der letzten Eiszeit entstand entlang der deutschen Nordseeküste ein 5 bis 30 km breiter Marschengürtel auf Fluss- und Meeressedimenten, welcher während der Oszillationen dieses Anstiegs immer wieder abwechselnd besiedelt und zu Wattgebieten zerstört wurde. Entlang der Unterläufe der großen Flüsse und ihrer Nebenarme reichen diese Marschen noch weiter ins Landesinnere hinein. Der Mensch fing irgendwann an, diese Gebiete mit Erdwällen und später ausgedehnten Deichen vor dem Verlust zu bewahren und somit den Einflussbereich der Nordsee zu begrenzen (MELUR SH 2012, NLWKN 2007). Aus Abb. 2.1 wird ersichtlich, dass ein Großteil der Landfläche Niedersachsens und Schleswig-Holsteins unter 2 m liegt (und somit schon im Einflussbereich normaler Tiden), die dunkelrot eingefärbten Gebiete liegen sogar unter oder auf Normalnull (unter Berücksichtigung der Genauigkeit des verwendeten Höhenmodells von ± 1-3 m).

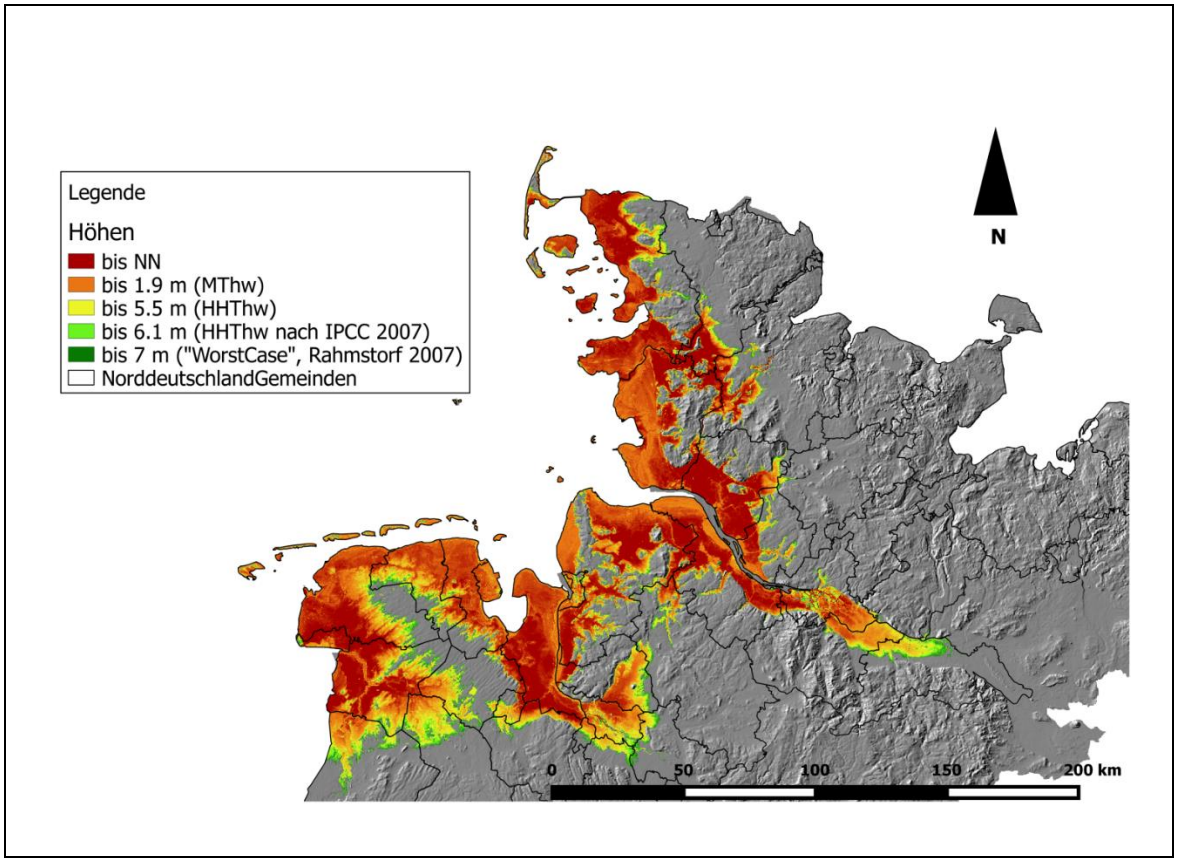


Abb. 2.1: Untersuchungsgebiet mit abgestuften Höhen und Relief

Schleswig-Holstein hat eine Küstenlinie von ca. 466 km, wovon 195 km Festlandsküste, 63 km Halligküste und 208 km Küste der Inseln sind (MELUR SH 2012). Der geschützte Marschbereich ist hier 2400 km² groß (ebd.). Niedersachsens Küste hat eine Hauptdeichlinie von 610 km und ist damit beinahe komplett eingedeicht (NLWKN 2007), Bremen besitzt 74 km Flussdeiche (ebd.).

Den Marschen und der Deichlinie vorgelagert ist das Wattenmeer, welches hauptsächlich aus quarzhaltigen, sandigen marinen Sedimenten mit anteilig feineren fluvialen (auch organischen) Sedimenten besteht (MELUR SH 2012). Die ostfriesischen Inseln beinhalten alte Geestkerne und bewirken im Sturmflutfall eine Reduzierung des Seegangs. Daher sind diese als besonders schützenswert anzusehen (NLWKN 2007).

Den Marschen entgegen stehen höher gelegene ehemalige Sander, End- oder Grundmoränen, die sogenannte Geest. Diese Gebiete heben sich in Abb. 2.1 meist deutlich von den gefährdeten Flächen ab.

Abhängig von der Lage (an der offenen See oder im Bereich der Ästuare) und den vorherrschenden Strömungs- und Windverhältnissen wird die deutsche Nordseeküste von verschieden hohen Hauptdeichen geschützt. Die Höhen bewegen sich in Niedersachen zwischen 5,6 m ü. NN (in Cuxhaven) bis 9,5 m ü. NN (Osterdeich in Bremen) (NLWKN 2007). Die Landesschutzdeiche in Schleswig-Holstein liegen zwischen 6,6 m und 9,4 m ü. NN, auf den Inseln sind dies 5,3 – 8,4 m ü. NN, zudem gibt es hier 4 Sperrwerke, um die zu verteidigende Deichlinie zu reduzieren (MELUR SH 2012).

Im Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg kommt es aufgrund der Lage an der Elbe zu einer doppelten Gefährdung durch Hochwasser, die Länge der Hauptdeichlinie beträgt hier 103 km (zum Teil Deiche, zum Teil Hochwasserschutzwände im Innenstadtbereich). Die Deichanlagen wurden nach der verheerenden Sturmflut von 1962 auf 7,5 m bis 9,25 m ü. NN erhöht (LSBG HH 2012).

Die vorherrschende Landnutzung im Bereich der Nordseeküste ist die Landwirtschaft, die Anteile an Grün- und Weideland liegen in allen Kreisen bei deutlich über 50 %, vereinzelt (z.B. Wesermarsch oder Friesland) bei über 80 %, während der niedersächsische Schnitt bei 27 % liegt (MU NI 2010). In den deutlich höher gelegenen Geestgebieten, welche daher zumeist nicht vom Meeresspiegelanstieg bedroht sind, herrschen vergleichsweise unfruchtbare Böden vor, welche vor allem für den Kartoffelanbau genutzt oder aufgeforstet werden (Behre 2003). Diese Böden sind in ihrer Ausprägung abhängig vom Ausgangsmaterial. Podsol-Fahlerden und (Para-) Braunerden herrschen hier vor (BGR 2014).

Wichtige Wirtschaftsbereiche sind aufgrund der Standortvorteile an der niedersächsischen Nordseeküste vor allem die Häfen (z.B. in Emden, Nordenham, Wilhelmshaven und Hamburg), sowie der produzierende und verarbeitende Sektor im Bereich des Straßen-, Luft- und Seefahrzeugbaus. Nichtsdestotrotz sind die meisten Menschen im Dienstleistungssektor beschäftigt, vor allem Tourismus gehört an der Küste zu den Haupterwerbsmöglichkeiten (NLWKN 2007). In Schleswig-Holstein sind an der Küste nur 0,2 % Gewerbeflächen (2,8 % Siedlungen), hier sind Landwirtschafts- und Dienstleistungssektor deutlich höher (MELUR SH 2012).

2.2 Meeresspiegelszenarien

Als Best-Case-Szenario für die Schadenspotenzialanalyse für Überflutungen der deutschen Nordseeküste wurde ein Durchschnittswert aus verschiedenen Pegelwerten für das höchste eingetretene Tidehochwasser (HHThw) gebildet, welcher bei 5,50 m über NN festgelegt wurde.[1]

In den vergangenen 100 Jahren stiegen die Pegelwerte des Mittleren Tidenhochwassers (MThw) um 25 cm, auf Bemessungsdeichhöhen wurde bereits basierend auf älteren Untersuchungen zum künftigen Meeresspiegelanstieg des Intergovernmental Panels on Climate Change (IPCC) ein Sicherheitszuschlag von 50 cm aufgeschlagen (NLWKN 2007).

[1] Wasser- und Schifffahrtsamtauswahl auf http://www.wsv.de/ für langfristige Pegelangaben.

Im Vergleich zu früheren Analysen hat das IPCC seine Meeresspiegelanstiegsszenarien in seiner aktuellsten Untersuchung noch einmal erhöht, je nach CO2-Konzentration in der Atmosphäre zwischen +0,26 m bis +0,98 m bis 2100. Für diese Untersuchung soll daher davon ausgegangen werden, dass der Meeresspiegel bis 2100 um 0.60 m steigen wird (Church et al. 2013). Andere semi-empirische Studien kommen sogar zu deutlich pessimistischeren Schlüssen, wie zum Beispiel Rahmstorf (2007), Grinsted et al. (2009) oder Deltakommissie (2008). Als „Worst-Case-Szenario" wurde daher auch ein Meeresspiegelanstieg von 1,4 m bis 2100 im Vergleich zu heute mit einbezogen.

Die in der Legende von **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgeführten Höhen entsprechen der durchschnittlichen Höhe des mittleren Tidehochwassers (MThw), dem höchsten eingetretenen Tidehochwasser (HHThw) sowie den HHThw mit Aufschlägen für 2 Klimawandelszenarien.

3 Material und Methodik

Detaillierter wird auf die Datenakquise und Methodik der Inwertsetzung und Schadenspotenzialanalyse in einem begleitenden Methodenbericht (Kanig und Schröder 2014a) eingegangen. Dort findet sich zudem eine kritische Auseinandersetzung mit diesen frei verfügbaren Geodaten.

3.1 Geodaten

Verwendet wurden vier Typen von frei verfügbaren Geodaten, welche mit dem Open-Source-Programm QGIS unter Verwendung der mächtigen GRASS GIS-Toolbox bearbeitet wurden:

- Das Digitale Geländemodell DGM200 des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG)[2] als ASCII-Datei mit einer räumlichen Auflösung (Pixelgröße) von 200 m, einer Höhen-auflösung von 0,1 m und einer reliefabhängigen Höhengenauigkeit von ± 1 bis 3 m,
- die CORINE-Landuse-Daten für 2006 (CLC2006) vom Server des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR)[3] als Vektordaten,
- Verwaltungsgrenzen der Landkreise und kreisfreien Städte für Deutschland als Vektordaten[4],
- die „roads" und „rails"-Datensätze des Open Street Map (OSM)-Projekts vom Server der „Geofabrik"[5] für jedes betroffene Bundesland als Vektordaten.

[2] http://www.geodatenzentrum.de/geodaten/gdz_rahmen.gdz_div?gdz_spr=deu&gdz_akt_zeile=5&gdz_anz_zeile=1&gdz_unt_zeile=3&gdz_user_id=0

[3] http://corine.dfd.dlr.de/datadescription_2006_en.html

[4] http://sg.geodatenzentrum.de/web_download/vg/vg250_0101/vg250_0101.pdf

[5] http://download.geofabrik.de/europe/germany.html

Die zu erwartenden Ungenauigkeiten des Landnutzungsmodells wurden durch die Überlagerung mit den OSM-Daten abgeschwächt. Aus CLC2006 und den Verkehrsdatensätzen wurden im Vorfeld noch unklare oder nicht klassifizierbare Kategorien herausgefiltert.

Die Geodaten wurden auf das Untersuchungsgebiet zugeschnitten, die Höhendaten für die weitere Verarbeitung reklassifiziert und kategorisiert.

Mehrere Verschneidungsvorgänge wurden durchgeführt, um sowohl Höheninformationen, Landkreiszugehörigkeit und die jeweilige Landnutzung in einem Shapefile zusammenzufassen. Die dazugehörige Attributtabelle wurde in Excel exportiert und dort mit Werten belegt.

3.2 Statistische Daten

Die statistischen Ausgangsdaten wurden von verschiedenen offiziellen Stellen bezogen. Für die vorliegende Analyse wurden sie teilweise direkt in Wert gesetzt oder als Hilfsgrößen verwendet. Werte für Einwohner/innen, Wohnfläche, Viehbesatz, die Anzahl der PKW und die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wirtschaftsbereichen auf Kreisebene wurden der Regionaldatenbank der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder[6] sowie den Kreiszahlen (LSKN 2013) entnommen. Preise für Vieh (Schweine, Rinder, Schafe) werden regelmäßig von den Landwirtschaftskammern der Länder veröffentlicht. Auf Landesebene standen die Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes (StaBa 2014) zur Verfügung. Bodenpreise für landwirtschaftlich genutzte Flächen wurden vom Statistikamt Nord für Hamburg und die Landkreise Schleswig-Holsteins (Statistikamt Nord 2014) und vom Statistischen Bundesamt für die Bundesländer Niedersachsen und Bremen (StaBa 2013) veröffentlicht.

3.3 Schadenspotenzialanalyse

Das Schadenspotenzial weist die Summe aller Werte aus, die im Untersuchungsgebiet vorliegen, unter der Annahme, dass sie durch ein Flutereignis ohne Schutzvorkehrungen komplett beschädigt werden (Kiese und Leineweber 2001).

Um für die gesamte deutsche Nordseeküste möglichst genaue und methodisch einheitliche Ergebnisse zu erlangen, wurde die Methode der mesoskaligen Schadenspotenzialanalyse wie in Meyer (2005) auf eine höhere räumliche Ebene übertragen. Der Nachteil von makroskaligen Verfahren, bei denen die Gleichverteilung der Werte im Raum angenommen wird, kann hiermit umgangen werden, da die Werte den konkreten Flächennutzungen zugeordnet werden (vgl. Meyer 2005: 48). Da es beim Herunterbrechen auf eine kleinere räumliche Ebene häufig zu Schätzfehlern kommt, wurden Daten bevorzugt, die schon auf Kreisebene vorlagen. Dies ist leider nicht immer zu gewährleisten gewesen.

Folgende Wertkategorien wurden verwendet und auf die Landnutzungskategorien von CLC2006 bzw. Verkehrsflächentypen aus OSM aufgeteilt:

- Wohnkapital,
- Hausrat,

6 https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/logon

- PKW-Vermögen,
- Nettoanlagevermögen (NAV) der Wirtschaftsbereiche “Dienstleistungen (ohne Wohn- und Baugewerbe)”, „Produzierendes Gewerbe“, „Landwirtschaft“ sowie „Handel- und Verkehr“,
- Vorratsvermögen (VV) dieser Wirtschaftsbereiche,
- Viehbestand (Schweine, Schafe, Rinder),
- Straßen und Bahngleise,
- Bodenpreise landwirtschaftlich genutzter Flächen.

Das Wohnkapital musste anteilig aus dem NAV „Dienstleistungen“ herausgerechnet werden, da es in neueren Ausgaben der VGR nicht mehr separat aufgelistet ist (Mai et al. 2004).

Für das PKW-Vermögen wurde der Durchschnittsgebrauchtwagenpreis (DAT 2013) auf Bundesebene mit der Anzahl der PKW auf Landkreisebene multipliziert, für die Abschätzung des Hausrates stand ebenfalls nur ein fester Wert pro m² zur Verfügung, der mit der Wohnfläche multipliziert werden musste (Meyer 2005). Anteilig nach Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten pro Kreis und Wirtschaftsbereich wurden die Landeswerte der NAV auf die Kreisebene übertragen. Das Vorratsvermögen der Wirtschaftsbereiche wird nicht in der VGR aufgeführt und musste daher mit Meyer (2005) über die Einheitswertstatistik von 1995 angenähert werden. Eine Nichtbetrachtung des VV würde zu einer Unterbewertung der Werte führen. Das VV wurde wie das NAV mithilfe der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten den Landkreisen zugeordnet.

Straßen und Bahnstrecken wurden typenabhängig mit den Neubaukosten belegt. Zusätzlich wurde auf einige der obigen Wertkategorien ein Zeitwert von 50 % angesetzt, um Wertverlusten über die Zeit Rechnung zu tragen (vgl. Meyer 2005, Phommavapy 2014).

3.4 Anwendung der Schadensfunktion

Da das Schadenspotenzial nur den Fall einer 100-prozentigen Schädigung aller im Untersuchungsgebiet befindlichen Wertobjekte angibt, muss der tatsächliche Schaden unter Berücksichtigung des Reliefs und der damit einhergehenden unterschiedlichen Überschwemmungshöhen abgeschätzt werden. Hierbei wurde ein Satz Schadensfunktionen aus Phommavapy (2014) und Meyer (2005) übernommen und teilweise an die Bedürfnisse dieser Analyse angepasst. Schaden sei dabei definiert als „Schädigungsgrad x Schadenspotenzial“. Der einzige determinierende Faktor bei diesen Schadensfunktionen ist die Überschwemmungshöhe, andere Schädigungen durch Kontamination, Salzschäden, verschiedene Wellengeschwindigkeiten und Überschwemmungszeiten wurden nicht berücksichtigt.

Auf die Anwendung von Schadensfunktionen auf die landwirtschaftlichen Bodenpreise wurde verzichtet, da die Schädigung von Böden je nach Überflutungsereignis und -intensität mit großen Unsicherheiten belegt ist. Versalzungsschäden sind bodentyp- und ackernutzungsabhängig, außerdem spielt hier die Zeit der Überschwemmung eine Rolle. Allein von der Überflutungshöhe auf Schäden zu spekulieren, wird auf dieser räumlichen Skala nicht als sinnvoll erachtet. In der kartographischen Darstellung der tatsächlichen Schäden werden diese landwirtschaftlichen Flächen somit zumeist als „nicht bewertet“ kategorisiert. Eine Ausnahme stellen „Grünflächen und Weiden“ dar, hier wird die Schädigung des Viehvermögens betrachtet. Ohnehin ist die Wertkonzentration in ländlichen Gebieten verglichen mit den anderen Landnutzungskategorien sehr niedrig.

4 Ergebnisse

4.1 Betroffene Fläche

In Tab. 4.1 werden für jedes der betrachteten Meeresspiegelszenarien (HHThw, IPCC, „Worst Case“) die per statischer Verschneidung der Geländehöhen ermittelten Gebiete aufgeführt, welche ohne Küstenschutzanlagen von Überschwemmungen betroffen wären. Einziger bestimmender Parameter ist hierbei die Geländehöhe, komplexere Überflutungssimulationen wurden nicht durchgeführt. Die Ausbreitung einer Flutwelle hängt weiterhin von der Geländerauigkeit und dem Mikrorelief ab, außerdem unterliegt sie auch dem Einfluss der Gezeiten (vgl. Meyer 2005 und Van de Sande et al. 2012).

An der deutschen Nordseeküste liegen ohne obige Einschränkungen 10.550 km² unter 5,50 m ü. NN (Szenario „HHThw“), 10962 km² unter 6,10 m ü. NN („IPCC“) und schließlich 11.339 km² unter 7 m ü. NN („Worst Case“-Szenario).[7]

In Niedersachsen sind so im HHThw-Szenario 14,3 % der Landesfläche potentiell betroffen, in Schleswig-Holstein 20,5 %, in Hamburg 32,4 % und in Bremen (mit Bremerhaven) 61,5 %. Ein Meeresspiegelanstieg durch ein Klimawandelszenario nach dem IPCC (Church et al. 2013) von +60 cm im Vergleich zum HHThw-Szenario würde laut angewandter Methodik zu Überschwemmungen von 14,9 % (Niedersachsen), 21 % (Schleswig-Holstein), 34,5 % (Hamburg) und 64,9 % (Bremen) der jeweiligen Landesflächen führen. Das Worst-Case-Szenario würde ohne Schutzmaßnahmen zur Überschwemmung von 15,5 % der Gesamtfläche in Niedersachsen, von 21,5 % in Schleswig-Holstein, von 35,8 % in Hamburg und von 67,7 % in Bremen und Bremerhaven führen.

4.2 Schadenspotenzial

In Tab. 4.1 sind die Ergebnisse der Inwertsetzung nach (Land-)Kreisen und Bundesländern, welche an die Nordsee grenzen, aufgeführt.

Für Niedersachsen ist das Schadenspotenzial erwartungsgemäß in den kreisfreien Städten (auf die Fläche bezogen) deutlich höher, als in den übrigen Landkreisen, da sich bei der Verteilung der Werte auf die Flächen abzeichnete, dass die höchsten Posten der Schäden im Bereich des Wohnkapitals in innerstädtischen (oder „ausschließlich städtisch geprägten – 111“) Gebieten liegen würden. Die höchsten Einzelwerte weisen hierbei „ausschließlich städtisch geprägte Flächen“ in Aurich (vereinzelt 38.093 €/m²), Bremen (33.311 €/m²), Stade (31.895 €/m²) und Leer (30.574 €/m²) auf. Durch die Nicht-Betrachtung von kleineren Dörfern in eher ländlich geprägten Kreisen ist von einer Verzerrung der Werte (als CLC2006-Relikt) auszugehen, da das gesamte in der amtlichen Statistik ausgewiesene Wohnkapital dieser Kreise auf weniger Fläche verteilt wird.

[7] Bzw. unter 6,50 m ü.NN. Während der Analyse stellte sich heraus, dass das Höhenmodell DGM 200 aufgrund der Generalisierung und Ungenauigkeiten keine Pixel mit Werten zwischen 6,50 m und 7 m aufführte.

Tab. 4.1: Schadenspotenzial (SP) der Kreise nach den drei Meeresspiegelszenarien

Kreis/ Kreisfreie Stadt	SP HHThw [Mrd.€]	SP HHThw [Mrd.€]	SP WorstCase [Mrd. €]
Bremen	40.81	46.38	50.33
Bremerhaven	14.10	14.52	14.86
Zwischensumme HB	**54.92**	**60.90**	**65.19**
Kreis Dithmarschen	7.34	7.48	7.63
Kreis Herzogtum Lauenburg	0.21	0.24	0.41
Kreis Nordfriesland	13.11	14.624	15.87
Kreis Pinneberg	7.9	9.13	10.26
Kr. Rendsburg- Eckernförde	5.88	7.5	7.89
Kr. Schleswig-Flensburg	1.39	1.55	1.69
Kreis Segeberg	0.06	0.11	0.19
Kreis Steinburg	8.49	8.67	8.89
Kreis Stormarn	0.001	0.003	0.007
Zwischensumme SH	**44.4**	**49.34**	**52.86**
Hamburg	**47.73**	**57.28**	**61.23**
LK Ammerland	5.03	5.79	6.65
LK Aurich	18.08	19.36	19.84
LK Cloppenburg	4.16	4.69	5.04
LK Cuxhaven	21.17	21.61	22.06
LK Delmenhorst	1.53	2.09	2.87
LK Diepholz	2.43	3.01	3.34
Emden	8.91	8.92	8.95
LK Emsland	6.66	7.25	7.83
LK Friesland	9.87	10.45	10.95
LK Harburg	4.6	5.33	5.89
LK Leer	20.6	20.93	21.25
LK Lüneburg	0.63	0.95	1.15

LK Oldenburg	2.71	3.03	3.32
Oldenburg	15.95	18.54	18.95
LK Osterholz	2.21	2.52	2.79
LK Rotenburg (Wümme)	1.31	1.47	1.7
LK Stade	14.11	16.66	16.77
LK Verden	0.31	0.43	0.62
LK Wesermarsch	12.84	12.94	13.06
Wilhelmshaven	11.01	11.06	11.09
LK Wittmund	7.07	7.41	7.76
Zwischensumme NI	**171.2**	**184.44**	**191.88**
Gesamtergebnis	**318.26**	**351.96**	**371.16**

Nach den „Flächen ausschließlicher städtischer Prägung“ sind die höchsten Werte pro m² in den Hafengebieten versammelt, allerdings in Größenordnungen, die 2-16 mal kleiner sind als die der städtischen Gebiete (Wilhelmshaven sticht hier mit Einzelwerten von 21.639 €/m² heraus).

Industrieflächen bewegen sich zwischen 90 und 1619 €/m² und Flächen „nicht-ausschließlich städtischer Prägung“ zwischen 110 und 390 €/m². Landwirtschaftliche Flächen wurden außer bei starkem Viehbesatz hingegen immer mit einem Schadenspotenzial von unter 2,5 €/m² ermittelt, was das starke Wertgefälle zwischen den Landnutzungskategorien deutlich macht.

Das geringste Schadenspotenzial weist hierbei die Kategorie „Landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Bodenbedeckung von signifikanter Größe – 243“ auf (0,95 €/m² im Kreis Steinburg). In Abb. 4.1 ist schon durch die Farbwahl erkennbar, dass die meisten der betroffenen Flächen ein Schadenspotenzial von unter 10 €/m² haben und sich das Hauptschadenspotenzial in menschlichen Siedlungen konzentriert.

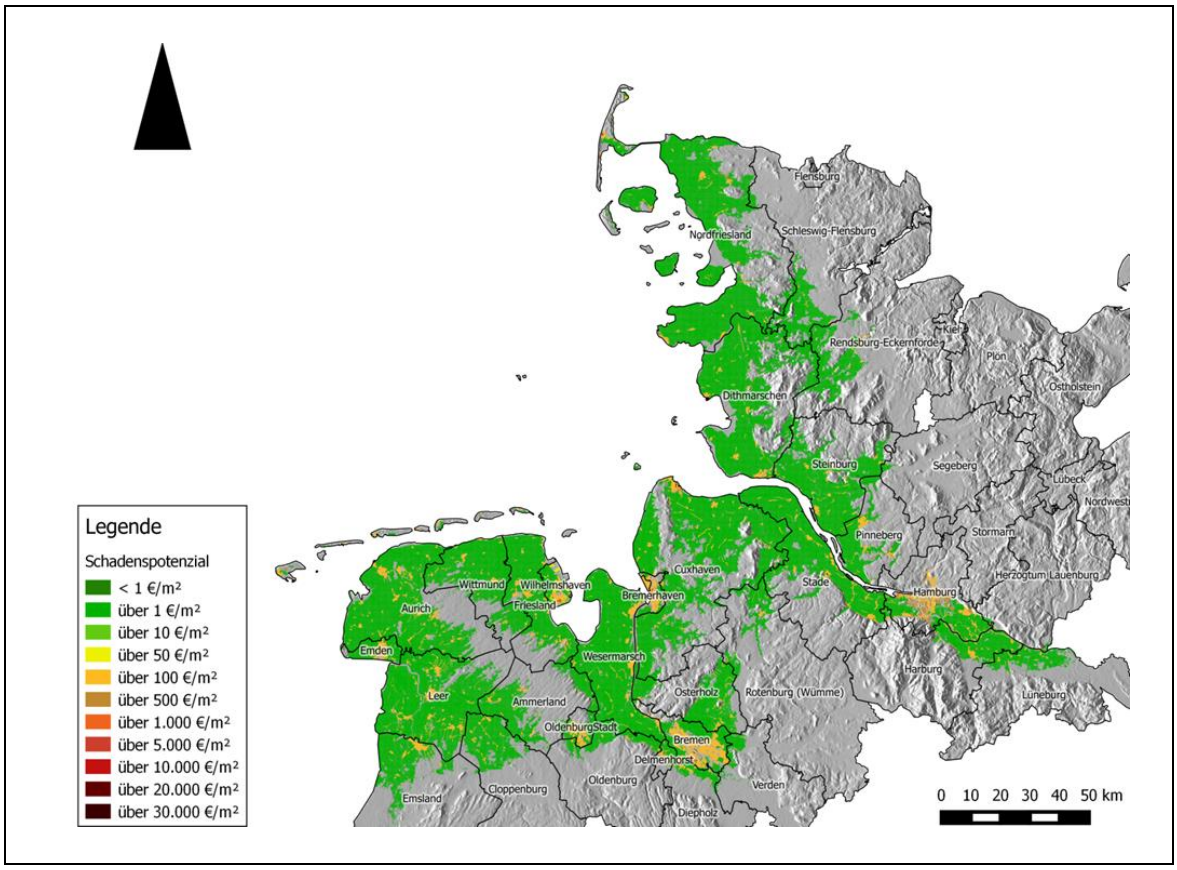


Abb. 4.1: Schadenspotenzial an der deutschen Nordseeküste
Details zu den Teilregionen Niedersachsen, Tideelbe mit Hamburg und der schleswig-holsteinischen Nordseeküste finden sich im Anhang.

4.3 Tatsächliche Schäden

Tab. 4.2 zeigt die „tatsächlichen“ zu erwartenden Schäden beim Eintreten eines der drei betrachteten Szenarien. Auch die unter den angenommenen Prämissen überfluteten Flächen sind aufgeführt.

Tab. 4.2: Tatsächliche Schäden und überflutete Fläche der betroffenen Landkreise

	HHThw		IPCC		„Worst Case“	
Kreis / kreisfreie Stadt	Schaden Mrd. €	Fläche km²	Schaden Mrd. €	Fläche km²	Schaden Mrd. €	Fläche km²
Bremen	9.93	210.16	12.83	222.96	17.40	233.03
Bremerhaven	4.65	47.63	5.42	49.44	6.66	51.04
Zwischensumme HB	14.58	257.79	18.26	272.40	24.05	284.07
Kreis Dithmarschen	2.10	933.66	2.36	942.57	2.86	952.31

Kreis HrzgtmLauenburg	0.03	5.21	0.05	7.01	0.09	8.76
Kreis Nordfriesland	4.27	1206.57	5.11	1234.13	6.33	1258.83
Kreis Pinneberg	1.91	181.61	2.45	192.77	3.33	203.28
Kr.RendsburgEckern-förde	2.67	196.90	3.12	207.40	3.88	218.45
Kr. Schleswig-Flensburg	0.34	183.58	0.41	194.31	0.53	205.42
Kreis Segeberg	0.01	5.16	0.02	6.50	0.04	8.07
Kreis Steinburg	3.26	530.46	3.77	539.37	4.80	548.57
Kreis Stormarn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
Zwischensumme SH	14.59	3243.20	17.31	3324.14	21.87	3403.76
Hamburg	14.08	244.46	17.96	260.82	24.34	270.38
Landkreis Ammerland	1.16	237.72	1.52	258.30	2.11	280.95
LK Aurich	5.07	870.87	6.27	892.50	8.06	914.06
LK Cloppenburg	1.13	176.41	1.39	212.75	1.80	240.76
LK Cuxhaven	6.68	1221.07	7.58	1250.44	9.18	1277.50
LK Delmenhorst	0.24	25.09	0.39	26.75	0.69	29.58
LK Diepholz	0.40	33.80	0.61	43.18	0.89	51.83
Emden	2.83	100.63	3.20	100.91	3.89	101.42
LK Emsland	2.16	204.91	2.57	237.57	3.24	265.80
LK Friesland	3.08	428.90	3.54	436.36	4.39	442.62
LK Harburg	0.99	176.20	1.33	182.99	1.81	188.04
LK Leer	5.37	807.41	6.48	832.97	8.04	855.87
LK Lüneburg	0.07	73.88	0.14	104.43	0.24	127.38
LK Oldenburg	0.61	107.22	0.81	114.69	1.10	121.70
Oldenburg	3.58	59.97	4.69	64.33	6.05	67.50
LK Osterholz	0.50	255.08	0.64	271.28	0.86	286.78
LK Rotenburg (Wümme)	0.30	98.22	0.38	111.33	0.51	125.44
LK Stade	4.06	593.34	5.01	600.05	6.46	606.37
LK Verden	0.03	29.09	0.06	36.75	0.12	48.67

LK Wesermarsch	4.61	776.24	5.21	777.22	6.46	778.19
Wilhelmshaven	4.11	82.84	4.54	83.26	5.41	83.58
LK Wittmund	1.97	445.71	2.27	466.86	2.78	486.75
Zwischensumme NI	**48.94**	**6804.62**	**58.63**	**7104.90**	**74.09**	**7380.79**
Gesamtergebnis	**92.19**	**10550.07**	**112.15**	**10962.25**	**144.36**	**11339.02**

Bei Erstellung der Relation Schäden in €/km² zeigten sich große Unterschiede zwischen den Flächenstaaten und den Stadtstaaten, ebenso wie zwischen ländlichen und städtischen Gebieten. So kommt Bremen mit Bremerhaven bei den Schäden des höchsten Tidenhubhochwassers (HHThw) durchschnittlich auf 56,6 Mio. €/km (IPCC: 67 Mio. €/km², „Worst Case“: 84,7 Mio. €/km²), wobei Bremerhaven alleine deutlich höhere Schäden auf seinem Gebiet versammelt als die Hansestadt (beim „Worst-Case“-Szenario fast doppelt so hohe Schäden, 130 Mio. €/km² zu 74 Mio. €/km²). Die erwartbaren Schäden in Hamburg liegen bei allen drei Szenarien ungefähr bei den gesamtbremischen (HHThw: 57,6 Mio. €/km², IPCC: 68,9 Mio. €/km², „Worst Case“: 90 Mio. €/km²). Schleswig-Holstein kommt (da hier Flächen der Landwirtschaft überwiegen, welche nicht in Wert gesetzt wurden) (vgl. Abb. 4.2), im Durchschnitt nur auf 4,5 bis 6,4 Mio. €/km².

Auf niedersächsischer Landesebene sind die erwartbaren Schäden im Untersuchungsgebiet zwischen 7,1 Mio. €/km² (HHThw) und 10 Mio. €/km² („Worst Case“) hoch. Während die Landkreise mit der höchsten betroffenen Fläche (Aurich, Cuxhaven und Leer) nur auf Werte zwischen 5,4 und 8,8 Mio. €/km² kommen, werden in der kreisfreien Stadt Oldenburg Schäden bis zu 89,6 Mio. €/km² („Worst Case“) erwartet und in Wilhelmshaven 64,72 Mio. €/km² („Worst Case“).

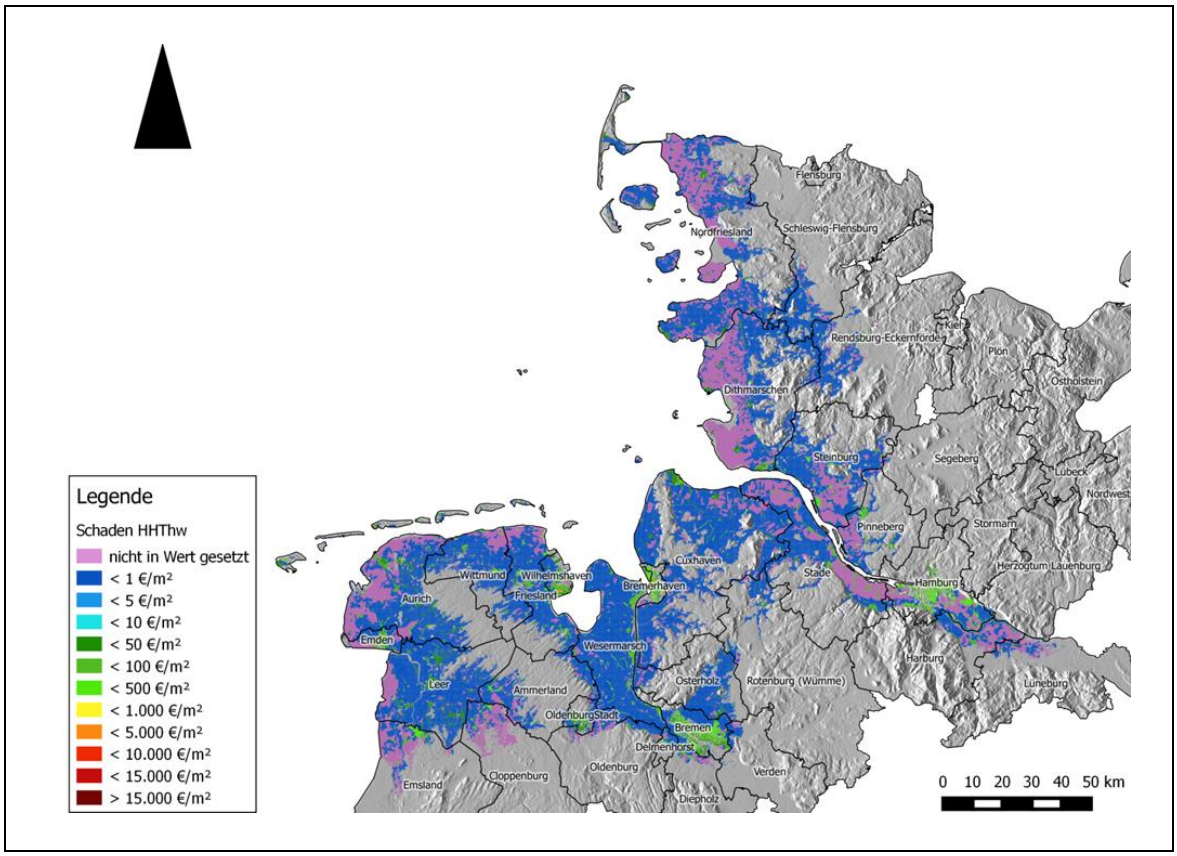


Abb. 4.2: Zu erwartende Schäden an der deutschen Nordseeküste (Szenario „HHThw“)

In Abb. 4.2 sind die für das HHThw-Szenario ermittelten Schäden für die gesamte deutsche Nordseeküste kartographisch dargestellt. Die Flächen in lila entsprechen den landwirtschaftlich genutzten Flächen, welche, wie oben erwähnt, nicht in Wert gesetzt wurden. Im Anhang finden sich weitere Darstellungen für die Szenarien „IPCC“ und „Worst Case“, ebenso wie Detailkarten.

4.4 Betroffene Einwohner/innen

Da im CORINE Landnutzungsmodell, wie schon angeführt, nur Siedlungen mit einer Mindestgröße von 25 ha aufgenommen sind, muss die Darstellung der betroffenen Einwohner/innen mit äußerster Vorsicht betrachtet werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass in ländlichen Gebieten (welche hier als „nicht bewohnt“ klassifiziert wurden) trotzdem Menschen wohnen und die hier aufgeführten Siedlungen im Gegenzug geringere Einwohnerdichten aufweisen. Es ist immerhin zu sehen, dass beispielsweise in Hamburg die meisten Menschen (nur 11,7 % bei 32,4 % betroffener Landesfläche) nicht in von Überschwemmungen gefährdeten Gebieten leben, nur ein vergleichsweise schmaler Streifen über Wilhelmsburg, HafenCity, Teile der Alt- und Neustadt, St. Pauli bis zur Außenalster ist hier betroffen (ansonsten hauptsächlich Hafen- und Industriegebiete, vgl. Abb. 4.3).

Vorliegende Untersuchung ergab für das Best-Case-Szenario „HHThw“ in Niedersachsen einen Anteil von 14,6 % der Bevölkerung, die in gefährdeten Gebieten wohnt, für Schleswig-Holstein 9,9 %, für Hamburg 11,7 % und für Bremen und Bremerhaven 47,3 %. Mit einem klimawandelinduzierten Meeresspiegelanstieg von 0,6 m würden heute 15,7 % (Niedersachsen), 11,2 % (Schleswig-Holstein), 13,8 % (Hamburg) bzw. 54 % (Bremen und Bremerhaven) der Menschen im Überschwemmungsgebiet wohnen.

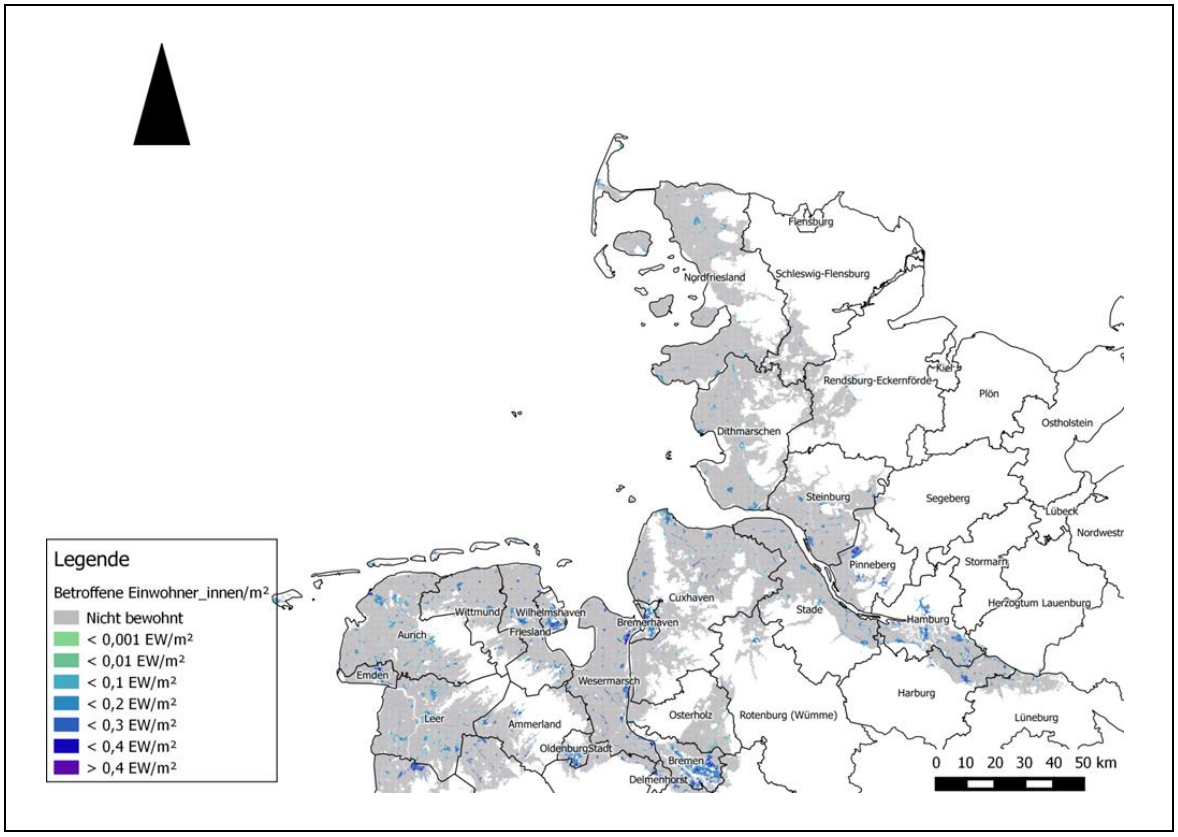


Abb. 4.3: Betroffene Einwohner/innen /m² an der deutschen Nordseeküste

5 Diskussion und Fehlerbetrachtung

In Kanig & Schröder (2014a) wird genau auf Fehler der Methodik und der Datenquellen eingegangen. An dieser Stelle sollen daher nur konkrete Probleme des Untersuchungsgebietes betrachtet werden.

Die Größe der betrachteten betroffenen Flächen ist kleiner als die tatsächlich zu erwartende Ausdehnung der Flut, da im Vorhinein nicht-inwertsetzbare Flächen (wie Forste, Sanddünen, Moore etc.) aus dem CLC2006-Datensatz ausgeschlossen wurden, um die Dateigröße zu verringern.

Bei der Schadensbetrachtung wurden viele Flächen (ackerbaulich genutzte Flächen) nicht mit Werten belegt, da die Schädigung dieser ausschließlich mit durchschnittlichen Bodenpreisen belegten Flächen zu unsicher erschien. Es hätten mehr Informationen zu Bodentypen, Substratarten, Verweildauer des Wassers und Salzes im Boden vorliegen müssen, um valide Aussagen zur Schädigung treffen zu können. Diese Flächen erscheinen in der graphischen Darstellung als „nicht in Wert gesetzt“. Ein Blick auf das Schadenspotenzial dieser Flächen zeigt, dass in diesen Gebieten nur Schäden unter 10 €/m² versammelt sind, konkreter ist der Wert dieser Flächen ≤ den Bodenpreisen. Die tatsächlichen Schäden sind also um die Gesamtheit der Schäden an nicht-inwertgesetzten Flächen größer als angegeben.

Bei aller Kritik der Methodik (aufgrund der Auflösung und Beschaffenheit der Geodaten) kann davon ausgegangen werden, dass der Fehler für das gesamte Untersuchungsgebiet an der deutschen Nordseeküste ungefähr gleich ist. Dies ermöglicht den Vergleich der Betroffenheit der Kreise untereinander.

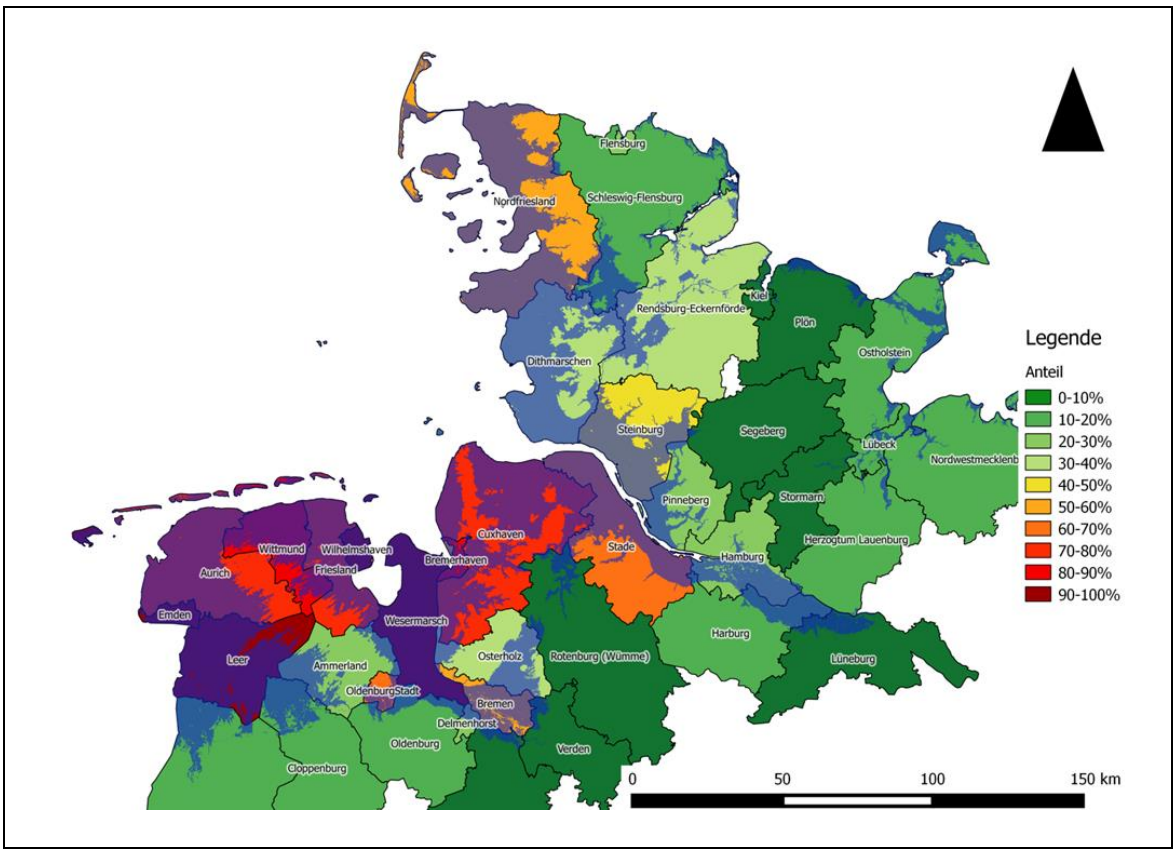


Abb. 5.1: Prozentualer Anteil der zu erwartenden Schäden an den Gesamtwerten der Landkreise des IPCC-Szenarios
In blau sind die entsprechenden Überschwemmungsgebiete des Szenarios eingezeichnet.

In Abb. 5.1 wurde die Gesamtheit der Werte in den Kreisen mit den jeweiligen erwarteten Schäden prozentual in Relation gesetzt. Es zeigt sich deutlich, in welchen Kreisen die meisten anteiligen Schäden am Gesamtvermögen von Überflutungen betroffen wären.

Aufgrund der naturräumlichen Gliederung der Küstenregion sind in den kreisfreien Städten Emden und Wilhelmshaven sowie den Landkreisen Wesermarsch und Leer in allen drei betrachteten Szenarien deutlich mehr als 90 % der Gesamtwerte als potenzielle Schäden einzustufen („Worst-Case"-Szenario Wilhelmshaven: 99,4 %, siehe Anhang), aber auch Bremerhaven und Landkreis Wittmund liegen bei über 80 %.

5.1 Vergleich mit anderen Studien im Untersuchungsgebiet

Um die mit der hier angewandten Schadens(-potenzial-)analyse berechneten Ergebnisse mit anderen Analysen in Relation setzen zu können und sie bewerten zu können, sollen im Folgenden bereits durchgeführte Analysen auf verschiedenen kleineren räumlichen Ebenen für Teile des Untersuchungsgebiets zum Vergleich herangezogen werden.

Für Niedersachsen decken sich die berechneten Flächen und betroffenen Einwohner/innen für das HHThw-Szenario mit den Einschätzungen des Generalplans Küstenschutz für Niedersachsen und Bremen (NLWKN 2007). In Bremen werden in diesem Generalplan 89 % (360 km²) der Fläche mit insgesamt 570.000 Einwohner/innen als betroffen deklariert, dies ist deutlich mehr als die hier berechneten Ergebnisse ausweisen. Hier sind wohl die lokal zu Grunde gelegten Höhen durch den Einfluss der Weser höher als in vorliegender Analyse.

In Hamburg werden laut dem „Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, Freie und Hansestadt Hamburg" 45 % der Stadtfläche durch Deiche geschützt; ca. 325.000 Einwohner/innen und mehr als 10 Mrd. € an geschützten Werten gibt es in diesen Gebieten (LSBG HH 2012). In den in der vorliegenden Analyse ermittelten tiefer gelegenen Gebieten sind im HHThw-Szenario nur 32,4 % der Stadtfläche und 204.610 Menschen durch Sturmfluten gefährdet, bei „IPCC" 242.206 Menschen (auf 34,5 % des Stadtgebiets) und beim „Worst-Case"-Szenario 251.791 Menschen auf 35,8 % der Fläche. Es ist allerdings möglich, dass aufgrund von unterschiedlichen Annahmen und dem Sonderfall durch die Doppelbelastung Elbe-Nordsee diese Analyse weniger Flächen und damit Einwohner/innen als schützenswert ansieht als das LSBG HH.

„Die fast 2.400 km² großen Küstenniederungen an der Nordseeküste werden heute durch ein System aus Landesschutz-, Regional- und Mitteldeichen vor Überflutungen durch Meerwasser gesichert. In diesem Gebiet wohnen über 138.000 Menschen (58 Einwohner pro km²) und sind Sachwerte in Höhe von 19,8 Mrd. € vorhanden" (MELUR SH 2012). Werden die entsprechenden Gebiete unter 5,50 m ü. NN mit vorliegender Methodik untersucht, sind 2.287,3 km² gefährdet auf denen 153.528 Menschen leben und Werte von 25,89 Mrd. € versammelt sind.

In den deichgeschützten schleswig-holsteinischen Küstenmarschen im Bereich der Tideelbe (der südliche Teil der Kreise Dithmarschen, Pinneberg, Steinburg und Herzogtum Lauenburg) wohnen fast 159.000 Menschen (140 Einwohner/innen pro km²) und sind Sachwerte in Höhe von 21,4 Mrd. € vorhanden (MELUR SH 2012). Vorliegende Analyse kommt für den gleichen Bereich auf 20,4 Mrd. € Schadenspotenzial/Sachwerte und 123.933 Einwohner/innen.

Allen Werten in den Generalplänen ist gemein, dass keine Angaben zur Methodik und den zugrunde liegenden Geländehöhen gemacht wurden. Daher ist ein Vergleich mit dem HHThw-Szenario dieser Analyse als Ist-Zustand fehlerbehaftet, vorliegende Ergebnisse nähern die in den Generalplänen Küstenschutz angegebenen Schadenspotenziale, Einwohner/innen und betroffene Flächen bis auf die Stadtstaaten Hamburg und Bremen jedoch sehr gut an.

In Abb. 5.2 können beispielhafte Ergebnisse einer regionalen Studie zum Schadenspotenzial (oder „Vermögenswerte“) (KRIM-Projekt, Mai et al. 2004) für Wilhelmshaven und Bremerhaven optisch mit denen der durchgeführten großskaligen Analyse verglichen werden. Zwar fällt vor allem im ländlichen Bereich die höhere räumliche Auflösung direkt auf, allerdings sind sich die Werte im Bereich der Städte, größeren Dörfer und der landwirtschaftlich genutzten Gebiete alles in allem erstaunlich ähnlich. Die augenscheinlichsten Unterschiede resultieren aus dem Aussortieren nicht bewerteter Flächen in vorliegender Analyse und der unterschiedlichen Abgrenzung der Untersuchungsgebiete. Im KRIM-Projekt wurde die gesamte Stadtfläche in Wert gesetzt, in dieser Analyse nur Flächen unter vorher festgelegten Höhenwerten.

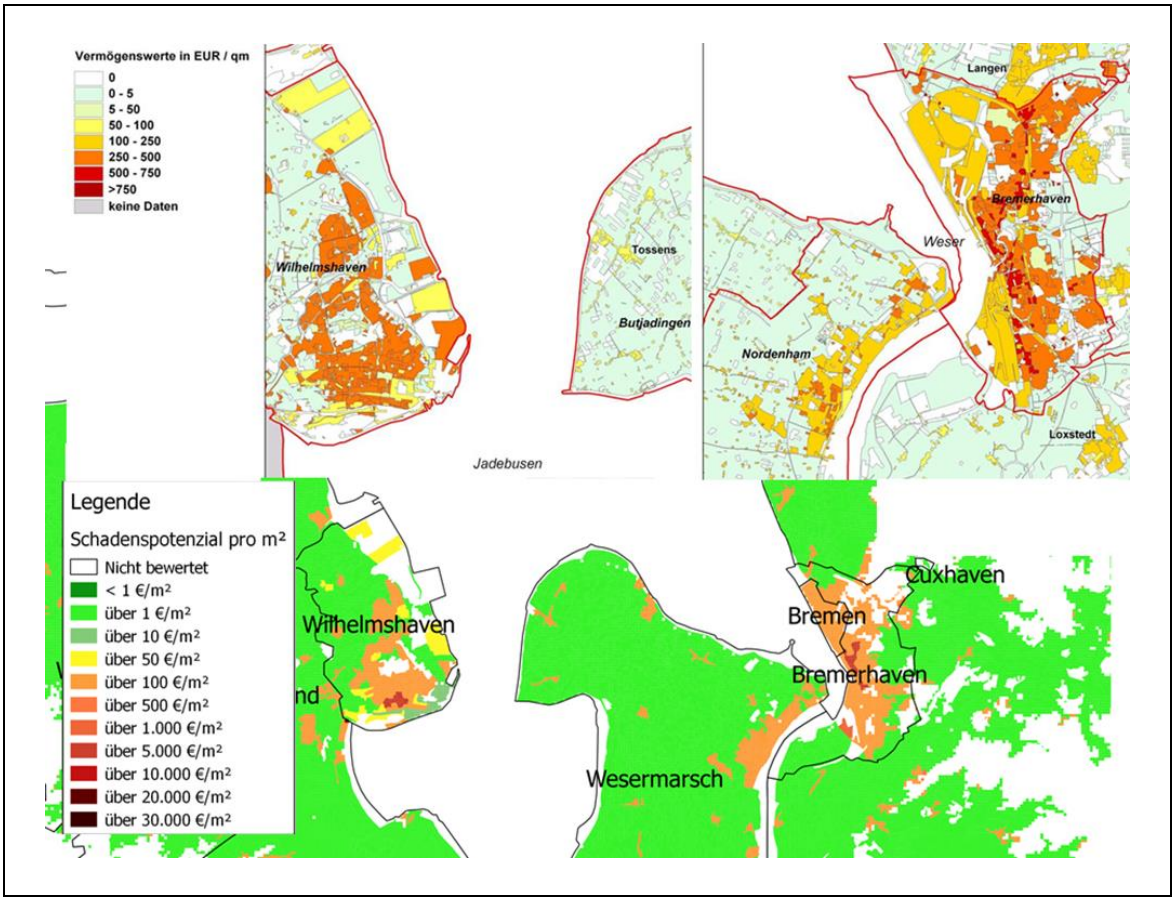


Abb. 5.2: Vergleich des Schadenspotenzials der vorliegenden, höherskaligen Analyse (unten) mit der mesoskaligen Analyse des KRIM-Projekts (Mai et al. 2004) am Beispiel Bremerhaven und Wilhelmshaven.

6 Fazit

Die Idee der Nutzung frei verfügbarer Geodaten zur Abschätzung von Überschwemmungsschäden und Schadenspotenzialen war im Vorfeld reizvoll, da sie es in der Theorie ermöglicht, mit relativ wenig finanziellem Aufwand Aussagen auf großer räumlicher Ebene zu treffen.

Es kann zumindest davon ausgegangen werden, dass die Verknüpfung der groben Landnutzungsdaten mit akkuraten statistischen Daten auf Kreisebene und mit den sehr genauen OSM-Daten die Genauigkeit der Analyse beträchtlich erhöht hat und da davon auszugehen ist, dass der Fehler in allen Kreisen ungefähr gleich hoch ist, können diese untereinander verglichen werden

Letzten Endes kann mit der Anwendung mesoskaliger Methoden auf höheren räumlichen Ebenen unter ausschließlicher Verwendung freier Geodaten bestätigt werden, was von vornherein zu vermuten war: Die höchste Wertkonzentration im Schadensfall befindet sich im Bereich menschlicher Siedlungen oder Hafen- und Industrieflächen. Durch die deutliche geomorphologische Gliederung in Watt, Marschen und Geest konnten für die Nordseeküste gefährdete Gebiete ausreichend präzise auf einer hohen räumlichen Skala mit frei verfügbaren Höhenmodellen abgegrenzt werden. Es konnte zudem an Beispielen gesehen werden, dass bis auf die gröbere räumliche Auflösung, die Schadenspotenzialanalyse anhand freier Daten in weiten Teilen zu ähnlichen Ergebnissen kommt. Daher ist es möglich, sich zunächst mit vorgeschlagener Methodik auf der gesamten Küstenraumskala an die Wertverteilungen anzunähern. Es darf dabei nie vergessen werden, dass auch kleinräumigere Betrachtungen im Endeffekt nur auf Modellen basieren und nicht die „Realität“ abbilden.

Für genauere Analysen muss im Einzelfall auf genauere Geodaten zurückgegriffen werden und für die akkurate Verortung von Werten in den Stadtstaaten oder in kleinräumig zersiedelten, ländlichen Gebieten sind wahrscheinlich kostenpflichtige Landnutzungsdaten vorzuziehen. Die Schadenspotenzialanalyse ist an der Nordseeküste jedoch deutlich einfacher mit freien Geodaten durchzuführen, als an komplexeren Küstengebieten wie der Ostseeküste mit geringeren Hochwasserständen und einer schmalen Gefährdungszone (vgl. Kanig und Schröder 2014b). „Küstenschutz ist eine Dauer-aufgabe“ und das Bewusstsein für die Gefahren des Meeres muss immer aufrechterhalten werden (NLWKN 2007: 13). In Zukunft muss daher verstärkt darauf geachtet werden, den Zuzug in Küstengebieten zu begrenzen (durch Verzicht auf Neubaugebietsausschreibungen o.Ä.) oder noch expliziter auf die Risiken, die das Leben in unmittelbarer Küstennähe mit sich bringt, hinzuweisen. Staatliche Hilfe könnte zum Beispiel im Schadensfall nur begrenzt in Aussicht gestellt werden, um Menschen zum Fernbleiben oder wenn nicht anders möglich zu verstärkter Eigenvorsorge zu bewegen.

Literaturverzeichnis

Behre, K.E. (1994): Die deutsche Nordseeküste. In: Physische Geographie Deutschlands / Liedtke, H., Marcinek, J. (Hrsg.) / 1. Auflage. Gotha : Perthes, 1994. S. 219-237.

Behre, K.E. (2003): Nacheiszeitliche Küstenentwicklung an der Nordsee. In: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland / Institut für Länderkunde, Leipzig (Hrsg.). S. 76-78.

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2014): Bodenübersichtskarte von Deutschland 1:3 000 000 (BÜK3000)

Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield, G.A. Milne, R.S. Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer, A.S. Unnikrishnan (2013): Sea Level Change. In: CLIMATE CHANGE 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P.M. Midgley (Hrsg.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, U

Deltakommissie (2008): Working together with water. A living land builds for its future – Findings of the Deltakommissie 2008.- http://www.del¬tacommissie.com/doc/deltareport_full.pdf (Zugriff: 22.09.2014)

Grinsted, A., Moore, J.C., Jevrejeva, S. (2009): Reconstructing sea level from paleo and projected temperatures 200 to 2100 AD. In: CLIMATE DYNAMICS/ Seiten 1-12.

Kanig, M., Schröder, A. (2014 a): Methodik eines mesoskaligen Wertermittlungsverfahrens zu den Schadenspotenzialen an der deutschen Nord- und Ostseeküste. Methodenbericht. Schriftenreihe des Instituts für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). In Druck.

Kanig, M., Schröder, A. (2014 b): Schadenspotenzialanalyse für die deutsche Ostseeküste. Anwendung mesoskaliger Methoden auf höherer räumlicher Skala anhand frei verfügbarer Geodaten. RADOST-Berichtsreihe. Bericht Nr. XXX. In Druck.

Kiese, M., Leineweber, B. (2001): Risiko einer Küstenregion bei Klimaänderung. Ökonomische Bewertung und räumliche Modellierung des Schadenspotentials in der Unterweserregion. In: Hannoversche Geographische Arbeitsmateria-lien der Abteilung Wirtschaftsgeographie. Band 25, 97 Seiten. Universität Hannover.

LSBG HH – Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) (2012): Sturmflutschutz in Hamburg gestern – heute – morgen, Bd. 10 (Februar 2012)

LSKN – Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (2013): Kreiszahlen. Ausgewählte Regio-naldaten für Deutschland. Ausgabe 2012. 210 Seiten.

Mai, S., Elsner, A., Meyer, V., Zimmermann, C. (2004): Endbericht „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutz-management an der deutschen Nordseeküste (KRIM): Teilprojekt 2 – Klimaänderung und Küstenschutz. Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen, Universität Hannover. 194 Seiten.

MELUR SH – Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2012): Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein. Fortschreibung 2012.

Meyer, V. (2005): Methoden der Sturmflut-Schadenspotenzialanalyse an der deutschen Nordseeküste. Dissertation. UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH in der Helmholtz-Gemeinschaft. 213 Seiten.

MU NI – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2010): Nutzung landwirtschaftlicher Flächen. http://www.umweltbericht.niedersachsen.de/portal/?&article_id=89201&navigation_id=26480&_psmand=10 (letzter Zugriff: 10.10.2014).

NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2007): Generalplan Küstenschutz.

Phommavapy, A. (2014): Potentielle Hochwasserschäden an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste infolge des Klima-wandels – Analyse des Schadenspotentials. Freie wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des Grades eines Mas-ter of Arts Wirtschaftsgeographie am Institut für Wirtschafts- und Kulturgeographie der Leibniz Universität Hanno-ver. 79 Seiten.

Rahmstorf, S. (2007): A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise. In: SCIENCE / 315 (5810) / S. 368-370.

StaBA – Statistisches Bundesamt (2013): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Kaufwerte für landwirtschaftliche Grundstücke 2012. Fachserie 3 Reihe 2.4. 20 Seiten.

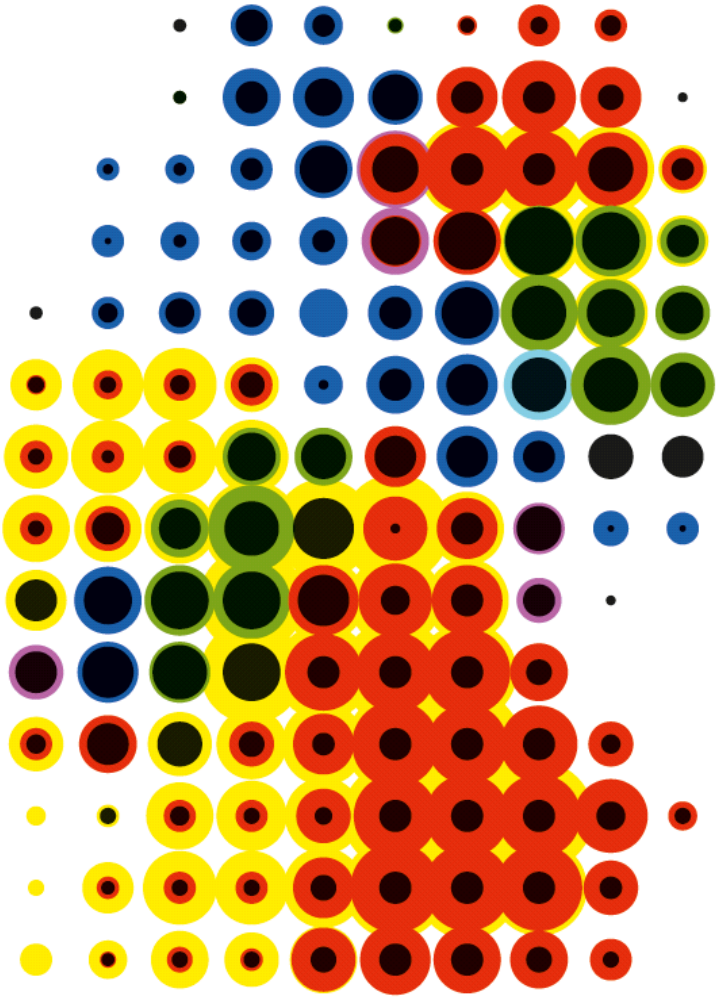
StaBA – Statistisches Bundesamt (2014): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. Inlandsproduktberechnung. Detaillierte Jahresergebnisse. Fachserie 18. Reihe 1.4. 282 Seiten.

Statistikamt Nord – Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2014): Statistische Berichte, Kennziffer: M I 7 – j/13 SH. Kaufwerte landwirtschaftlicher Grundstücke in Schleswig-Holstein 2013. 10 Seite n.

Van de Sande, B., Lansen, J., Hoyng, C. (2012): Sensitivity of Coastal Flood Risk Assessments to Digital Elevation Models. In: WATER 2012 / Ausgabe 4 / S. 568-579.

Anhang

(siehe separates Dokument)



www.oekonomie-klimawandel.de