



GIS-gestützte Analyse des Überflutungsrisikos in Hamburg unter Berücksichtigung der EG-Hochwasserrichtlinie

Kristina Sossidi¹, Gabriele Gönnert² & Dieter Ackermann²

¹Universität Hamburg, Fachbereich Geographie, Germany

²Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg, Germany

Abstract

The “Directive of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks” constitutes standardized and coordinated action in flood risk management. It intends beside a preliminary flood risk assessment the production of flood hazard maps and flood risk maps for extreme event scenarios and events of medium likelihood. Furthermore it demands the establishing of flood risk management plans.

In this study an analysis of the storm surge risk – consisting of hazard analysis, vulnerability analysis and risk assessment – is carried out for Hamburg in respect of the Directive of the European Community.

The damage potential evaluation is based on the digital cadastral map and official statistics. A GIS-based inundation model is used for the simulation of storm surge events and possible burstings of a dike in Hamburg.

The procedure’s suitability for the implementation of the Directive is examined in regard to flood risk management plans. Moreover drafts have been prepared for hazard and risk maps according to the Directive.

1 Einleitung

Die EG-Richtlinie 2007/60/EG vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken legt ein EU-weit einheitliches und koordiniertes Vorgehen im Bereich des Hochwasserrisikomanagements fest. Die Richtlinie ist in drei aufeinander aufbauende Teilbereiche untergliedert. Sie sieht neben einer vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos bis Ende 2011 die Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten bis Ende 2013 vor, in denen Ereignisse mit mittlerer Wahrscheinlichkeit und Extremereignisse berücksichtigt werden sollen. Darauf aufbauend soll bis Ende 2015 die Erstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen erfolgen.

Da die Richtlinie zwar die einzelnen Schritte des Risikomanagements vorgibt, inhaltlich aber nur minimale Festlegungen trifft, wird über die Möglichkeiten zur Umsetzung der Richtlinie und eine Festlegung von einheitlichen Vorgehensweisen viel diskutiert.

Unter dem Begriff „Hochwasser“ ist laut der Richtlinie die „zeitlich beschränkte Überflutung von Land, das normalerweise nicht mit Wasser bedeckt ist“ zu verstehen (Artikel 2 Absatz 1). Diese Überflutung kann sowohl durch Flüsse oder Gebirgsbäche als auch durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser hervorgerufen werden. Das Hochwasserrisiko wird in Artikel 2 Absatz 2 der Richtlinie als „Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Hochwasserereignisses und der hochwasserbedingten potenziellen nachteiligen Folgen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten“ definiert.

Die durchgeführte Analyse soll einen Beitrag zu dieser Diskussion leisten, indem sie am Beispiel Hamburgs untersucht, wie die Vorgaben der Richtlinie umgesetzt werden könnten. Dabei liegt der Fokus auf dem Sturmflutrisiko.

Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt auf der Entwicklung einer GIS-gestützten Methodik zur Abschätzung der Schäden in verschiedenen Sturmflutszenarien, die auch als Grundlage für die Maßnahmenplanung im Risikomanagement herangezogen werden kann. Diese soll möglichst genau und dabei schnell durchführbar und aktualisierbar sein. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung eines möglichen Vorgehens zur Erstellung von Gefahren- und Risikokarten. Dafür wird auf die im Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer (LSBG) der Stadt Hamburg zur Verfügung stehenden Daten und Programme zurückgegriffen und deren Eignung für die Umsetzung der Richtlinie untersucht.

2 Untersuchungsgebiete

Um im Rahmen dieser Untersuchung möglichst unterschiedlich strukturierte Gebiete berücksichtigen zu können, wurden als Untersuchungsgebiete zum einen der dicht bebaute Stadtteil Veddel und zum anderen das vergleichsweise ländlich geprägte Überschwemmungsgebiet der Dove-Elbe ausgewählt. Abb. 1 zeigt die Lage der beiden Untersuchungsgebiete (schwarz umrandete Flächen) innerhalb der tief liegenden Gebiete (hellgraue Fläche).

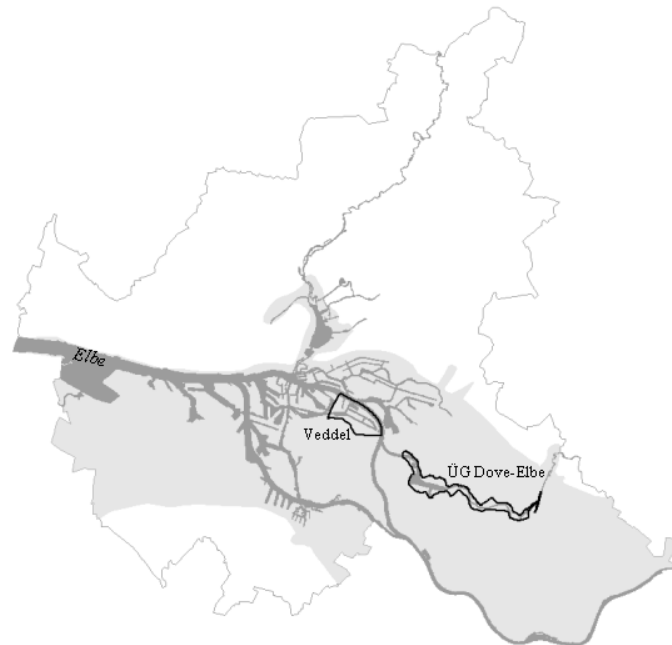


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete in Hamburg (Datenquelle: LSBG)

Der Stadtteil Veddel hat eine Fläche von 4,37 km². Er liegt östlich des Hamburger Hafens und umfasst die Insel Peute, den östlichen Teil der Insel Veddel sowie einen schmalen Streifen im Norden der Insel Wilhelmsburg. Im Westen des Stadtteils Veddel befindet sich ein vollständig eingedeichtes Wohngebiet, das an seinem westlichen Rand durch den S-Bahn-Damm begrenzt wird. Die Autobahn 255 trennt das Wohngebiet vom Industrie- und Gewerbegebiet auf der Peute im Osten der Veddel.

Das Überschwemmungsgebiet der Dove-Elbe ist 5,31 km² groß und wird durch Deiche begrenzt. Im Westen ist es durch die Tatenberger Schleuse von der Elbe abgetrennt. Das Überschwemmungsgebiet der Dove-Elbe liegt in den Vier- und Marschlanden, die für den Blumen- und Gemüseanbau bekannt sind. Im Nordwesten des Gebietes befindet sich ein Wohngebiet; an mehreren Stellen im östlichen

Teil des Untersuchungsgebiets wird Erdöl gefördert. Der landschaftliche Charakter des Gebietes wird allerdings durch Weide-, Acker- und sonstige Grünflächen geprägt.

3 Methodik

Die in der EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie festgelegte Definition des Risikos als Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und potentiellen Schäden entspricht dem Risikobegriff, wie er in der naturwissenschaftlich-technischen Risikoanalyse verwendet wird. Daher erfolgte die Untersuchung des Sturmflutrisikos in Hamburg nach dem grundsätzlichen Vorgehen der Risikoanalyse, die aus den Teilschritten Vulnerabilitätsanalyse, Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung besteht.

Im Folgenden werden das Vorgehen zur Wertermittlung, die im Rahmen der Vulnerabilitätsanalyse durchgeführt wurde, und die in der Gefährdungsanalyse betrachteten Sturmflut-Szenarien vorgestellt. Durch die Zusammenführung der Ergebnisse aus der Vulnerabilitäts- und der Gefährdungsanalyse im GIS kann das Sturmflutrisiko abgeschätzt werden. Die Ergebnisse der Risikoabschätzung werden dargestellt, bevor abschließend geschildert wird, welcher weitere Forschungsbedarf sich aus den Teilschritten der Risikoanalyse ergibt und inwieweit sich das Verfahren als Grundlage zur Umsetzung der Richtlinie eignet.

4 Wertermittlung

Für die Ermittlung des Schadenspotentials in den Untersuchungsgebieten wird eine Wertermittlung vorgenommen. Sie ist Teil der im Rahmen der Risikoanalyse durchgeführten Vulnerabilitätsanalyse, mit deren Hilfe die in den zu untersuchenden Szenarien voraussichtlich betroffenen Menschen und Werte identifiziert werden können.

Die im Rahmen der Wertermittlung betrachteten Schadenskategorien sind in Tabelle 1 aufgeführt. Einwohner und Arbeitsplätze wurden quantitativ, die übrigen Kategorien monetär erfasst (Sossidi 2009). Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt auf den direkten tangiblen Werten.

Tab. 1: Untersuchte Schadenskategorien

Schadenskategorie	Datenquelle	Bezugsjahr	Verortung
Einwohner	Amtliche Statistik	2006	Gebäude (Wohnnutzung)
Arbeitsplätze	Amtliche Statistik	2006	Gebäude (wirtschaftliche Nutzung)
Gebäude	Standardisierte Methodik zur Gebäudewertermittlung (Reese 2003), modifiziert	2006	Gebäude
Hausrat	Versicherungen	2008	Gebäude (Wohnnutzung)
Kfz	Amtliche Statistik, DAT-Report	2007	Gebäude (Wohnnutzung)
Verkehrsflächen	Expertenbefragungen	2008	Verkehrsflächen
Ausrüstungsvermögen	Amtliche Statistik	2005	Gebäude (wirtschaftliche Nutzung)
Vorratsvermögen	Relationen zwischen Vorratsvermögen und Ausrüstungsvermögen (Reese 2003)	2003	Gebäude (wirtschaftliche Nutzung)
Bruttowertschöpfung	Amtliche Statistik	2006	Gebäude (wirtschaftliche Nutzung)

Die Methodik greift zu einem großen Teil auf Daten der amtlichen Statistik zurück, um eine einfache Aktualisierbarkeit der Wertermittlung zu gewährleisten. Diese Daten lagen allerdings in unterschiedlicher Genauigkeit vor. So wird beispielsweise das Ausrüstungsvermögen für 14 Wirtschaftsbereiche getrennt aufgeführt, die Anzahl der Erwerbstätigen und die Höhe der Bruttowertschöpfung dagegen werden nur für sechs übergeordnete Wirtschaftsbereiche angegeben. Während diese Daten sich auf ganz Hamburg beziehen, gab es für die Anzahl der Einwohner und Pkws Daten auf Stadtteilbasis. Waren keine Daten aus der Statistik verfügbar, wurden diese durch Expertenbefragungen gewonnen oder wissenschaftlichen Veröffentlichungen entnommen.

Die ermittelten Werte werden in ArcGIS in Gebäuden unterschiedlicher Nutzung verortet bzw. den Verkehrsflächen zugeordnet. Als Grundlage hierfür dient die Digitale Stadtgrundkarte (DSGK) 1:1.000. In ihr sind neben anderen thematischen Layern auch die Gebäude Hamburgs als Polygone enthalten. Zu jedem Gebäude finden sich in der Attributtabelle u.a. Angaben zur Adresse, der Grundfläche, der Anzahl der Geschosse und der Gebäudenutzung. Die Verkehrsflächen werden aus der Digitalen Karte 1:5.000 (DK5) übernommen.

5 Sturmflut-Szenarien

Die Untersuchung von Sturmflut-Szenarien fällt in den Bereich der Gefährdungsanalyse. Durch die Verknüpfung der Ergebnisse der hier vorgenommenen Sturmflutsimulation mit den Ergebnissen der Wertermittlung im GIS können die in den Szenarien zu erwartenden Schäden abgeschätzt werden. Die Simulation der Szenarien erfolgte mit dem Programm HWSIM, das im Folgenden vorgestellt wird. Anschließend erfolgt eine Beschreibung der betrachteten Szenarien und der getroffenen Annahmen zur Identifizierung möglicher Deichbrüche.

Das Programm HWSIM

Das Programm HWSIM wurde als Erweiterung unter ArcGIS für die Durchführung von Hochwassersimulationen für die Elbmarsch entwickelt. Im Programm wurde die öffentliche Hochwasserschutzlinie Hamburgs berücksichtigt, so dass es möglich ist, Deichbrüche und ihre Auswirkungen in der Simulation zu untersuchen. Da die öffentlichen Hochwasserschutzanlagen in Hamburg im Rahmen des "Bauprogramm Hochwasserschutz" laufend bis voraussichtlich 2012 an die Bemessungswasserstände angepasst werden, spiegeln die in der Programmdatenbank enthaltenen Informationen allerdings nicht immer den aktuellen Ausbauzustand der Hochwasserschutzanlagen wider. Im Rahmen des Bauprogramms werden alle Hochwasserschutzanlagen um durchschnittlich 1 m erhöht (Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer 2007). An der Aktualisierung der Datenbank wird zur Zeit gearbeitet.

Sturmflutwasserstände am Pegel St. Pauli

Sturmflutscheitelwasserstände einer bestimmten Jährlichkeit können mit Hilfe statistischer Analysen von Pegelaufzeichnungen bestimmt werden. Für die Ermittlung von seltenen und sehr seltenen Scheitelwasserständen in Tideästuaren wie dem Elbeästuar ist die Anwendung von statistischen Verfahren allerdings nicht geeignet, da die Zeitreihen an diesen Pegelstandorten stark durch Ausbaumaßnahmen beeinflusst sind (Gönnert & Ferk 1996) und daher nicht den Anforderungen für Zeitreihenuntersuchungen genügen. Hinzu kommt die Problematik der Tidedynamik im Ästuar und der Einfluss des Oberwasserzuflusses (Jensen et al. 2003).

Scheitelwasserstände mit einem Wiederkehrintervall von 100 Jahren wurden dagegen sowohl für Küstenpegel als auch für die Pegel im Elbeästuar mit statistischen Verfahren ermittelt und durch umfangreiche Untersuchungen verifiziert. Am Pegel St. Pauli beträgt dieser Scheitelwasserstand NN + 6,60 m (Jensen & Frank 2003).

Zur Abschätzung eines Scheitelwasserstandes für ein Extremereignis am Pegel St. Pauli wurden die im MUSE-Projekt (Jensen & Mudersbach 2005) für den Pegel Cuxhaven berechneten extremen

Scheitelwasserstände herangezogen. Anhand der Differenz der für ein 100-jährliches Sturmflutereignis ermittelten Scheitelwasserstände an den Pegeln Cuxhaven und St. Pauli wurde aus den Angaben für den Pegel Cuxhaven ein seltener Sturmflutscheitelwasserstand für den Pegel St. Pauli abgeleitet. Dieser entspricht mit NN + 7,22 m in etwa dem Bemessungswasserstand, auf den die Hochwasserschutzanlagen im Rahmen des Bauprogramms angepasst werden (Gönnert 2007).

In der Datenbank des verwendeten Simulationsprogramms sind bislang nicht für alle Deiche die Sollhöhen entsprechend der neuen Bemessungswasserstände enthalten. Daher ist zu erwarten, dass es bei der Simulation von Sturmfluten mit Scheitelwasserständen in der Größenordnung des Bemessungswasserstands in HWSIM an den noch zu aktualisierenden Deichabschnitten zu Deichbrüchen kommen kann. Ein solcher Sturmflutscheitelwasserstand eignet sich somit gut, um das im nächsten Abschnitt dargestellte Verfahren zur Identifizierung möglicher Deichbrüche anzuwenden.

Auf Grundlage dieser Überlegungen wurden folgende Szenarien berechnet:

- Szenario 1
Scheitelwasserstand Pegel St. Pauli: 6,60 m NN
Oberwasserzufluss: 1000 m³/s
- Szenario 2
Scheitelwasserstand Pegel St. Pauli: 7,22 m NN
Oberwasserzufluss: 1000 m³/s

Deichbrüche

Da während der Sturmfluten 1962 und 1976 Deichbrüche meist an Stellen auftraten, die vorher bereits durch Überströmen oder Wellenüberlauf beschädigt worden waren (Freistadt 1962, Traeger 1962, Zitscher et al. 1979), wurden in der Simulation von Sturmflutereignissen diese beiden Schadensmechanismen als mögliche Ursachen eines Deichbruchs in den Mittelpunkt gestellt.

Für die Szenarioberechnungen wurden folgende Annahmen getroffen (Sossidi 2009):

- Ein Deichbruch durch Wellenüberlauf erfolgt bei einer Überlaufmenge > 0,03 m³ pro s pro m; er beginnt 5 Minuten nach Überschreiten dieses Grenzwertes, hat nach 30 Minuten seine maximale Tiefe (die Deichsohle) und nach 60 Minuten seine maximale Breite (100 m) erreicht.
- Ein Deichbruch durch Überströmen erfolgt bei einer Überströmmenge > 0,0005 m³ pro s pro m; er beginnt auf der gesamten Breite des betroffenen Deichabschnitts, sobald diese zulässige Überströmmrate überschritten wird, und hat nach 30 Minuten seine maximale Tiefe (die Deichsohle) erreicht.
- Der Bruch einer Hochwasserschutzwand erfolgt bei einer Überlauf- bzw. Überströmmenge > 0,2 m³ pro s pro m sofort auf maximaler Breite und Tiefe (abhängig von den Maßen der Hochwasserschutzwand).

6 Auswertung

Unter den genannten Annahmen ist in Szenario 1 die Deichsicherheit nicht gefährdet. In Szenario 2 kommt es an zwei Deichabschnitten zu Deichbrüchen. Ein Vergleich der Deichhöhen aus der HWSIM-Datenbank mit den in der vom Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer der Stadt Hamburg herausgegebenen Karte "Tiefliegende Gebiete in Hamburg mit Hochwasserschutzanlagen" (Stand: Januar 2007) angegebenen Sollhöhen der Hochwasserschutzanlagen zeigt, dass die Deichabschnitte, an denen es in der Szenarioberechnung zu Deichbrüchen kommt, inzwischen um bis zu 0,9 m erhöht worden sind. Es kann also davon ausgegangen werden, dass eine Sturmflut mit einem Scheitelwasserstand von 7,22 m NN am Pegel St. Pauli unter Berücksichtigung des heutigen Ausbaustandes der Hochwasserschutzanlagen nicht zu Deichbrüchen führt.

Abbildung 2 zeigt den jeweiligen Anteil der in den Szenarien betroffenen Landfläche der Untersuchungsgebiete. Das Überschwemmungsgebiet der Dove-Elbe ist in keinem der Szenarien von Überflutung betroffen. Dies ist auf die Tatenberger Schleuse zurückzuführen, welche die Dove-Elbe von der Elbe und der Gezeiteneinwirkung im Ästuar abtrennt. Solange die Schleuse während einer Sturmflut geschlossen ist, muss in diesem Gebiet also nicht mit Überflutungen gerechnet werden.

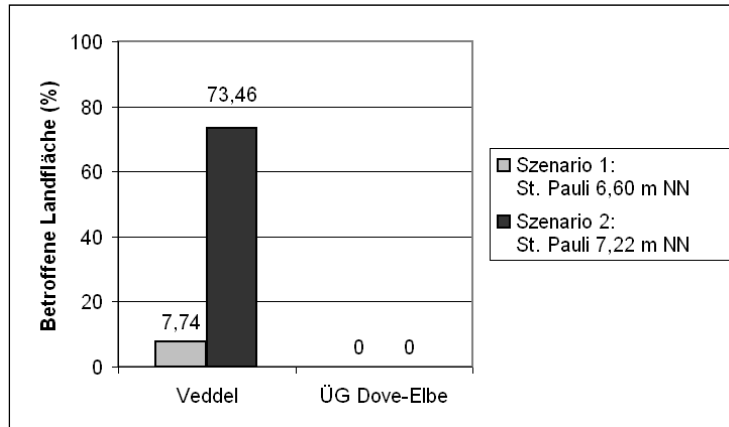


Abb. 2: Anteil der in den Szenarien betroffenen Landfläche

In Szenario 1 sind auf der Veddel 55 der 755 Gebäude von Überflutungen betroffen, in Szenario 2 sind es 505 Gebäude. Abbildung 3 zeigt, dass in beiden Szenarien der größte Teil der betroffenen Gebäude (Szenario 1: 48 Gebäude, Szenario 2: 388 Gebäude) nur über ein Stockwerk verfügt. Betrachtet man nun die Wohngebäude gesondert, zeigt sich, dass in Szenario 1 von den acht betroffenen Wohngebäuden fünf keine Rückzugsmöglichkeit in ein höher gelegenes Stockwerk bieten. In Szenario 2 sind 27 Wohngebäude betroffen, von denen 13 nur ein Stockwerk besitzen.

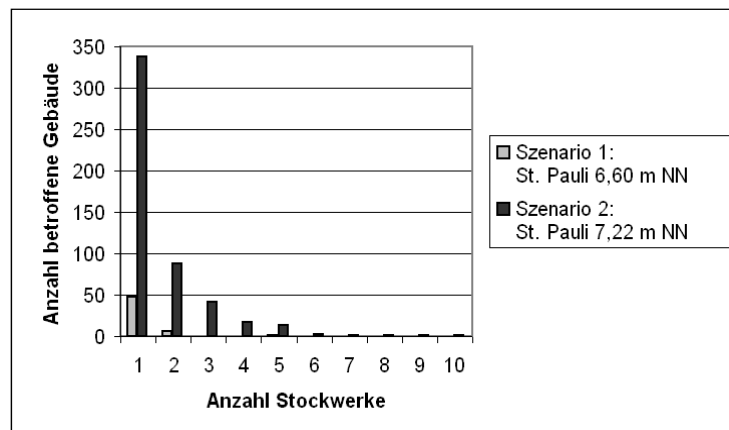


Abb. 3: Betroffene Gebäude auf der Veddel nach Stockwerkszahl

In Szenario 1 wurden ca. 73 Einwohner im überfluteten Gebiet lokalisiert; dies entspricht 1,5 % der Einwohner des Stadtteils. In Szenario 2 leben ca. 539 Personen (bzw. 10,9 % der Einwohner des Stadtteils) im potentiell überfluteten Gebiet.

Das direkte tangible Schadenspotential im betroffenen Gebiet liegt in Szenario 1 bei 31.272.200 €. In Szenario 2 beträgt der Wert 3.791.969.600 €. Diese Angaben beziffern nicht den zu erwartenden Schaden, sondern den Wert des direkten tangiblen Schadenspotentials im überfluteten Gebiet. Abbildung 4 und 5 zeigen den Anteil der einzelnen Schadenskategorien an diesen Gesamtwerten.

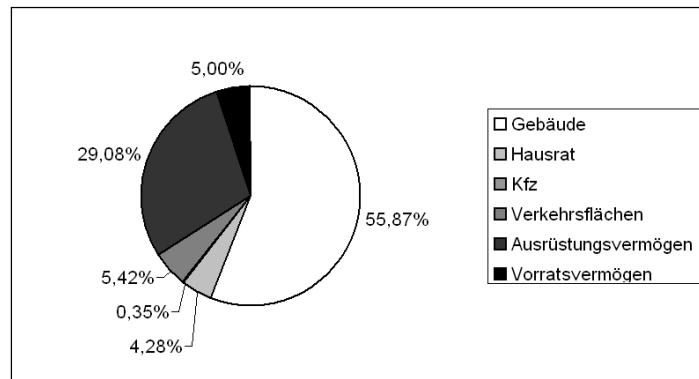


Abb. 4: Anteil der Schadenskategorien am monetären Schadenspotential der betroffenen Gebiete in Szenario 1

In Szenario 1 werden ca. 107 Arbeitsplätze (0,6 % der Arbeitsplätze im Stadtteil) im betroffenen Gebiet lokalisiert. Mit diesen ist eine jährliche Bruttowertschöpfung in Höhe von 7.374.412 € verbunden. In Szenario 2 sind es 15.272 Arbeitsplätze (84,8 %) und eine Bruttowertschöpfung von jährlich 1.307.798.659 €.

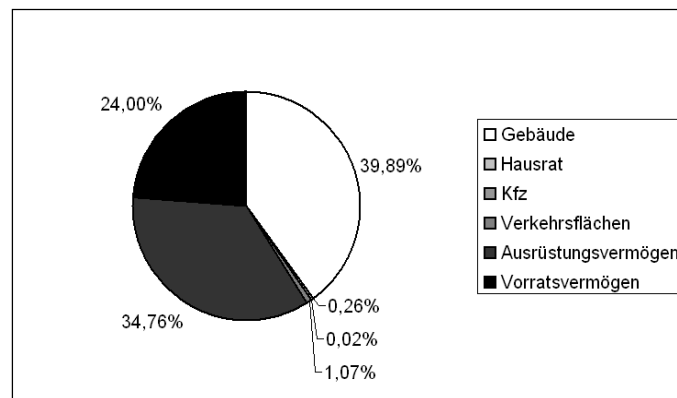


Abb. 5: Anteil der Schadenskategorien am monetären Schadenspotential der betroffenen Gebiete in Szenario 2

Auf Grundlage der in dieser Untersuchung erzielten Ergebnisse konnten Entwürfe für Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten entsprechend den Mindestanforderungen der EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie erstellt werden. Abbildung 6 zeigt die Hochwasserrisikokarte für das Szenario 2. In dieser wird die Überflutungshöhe in 5 Klassen angegeben. Als weitere Informationen sind die Scheitelwasserstände an nahe gelegenen Pegeln sowie die Lage der öffentlichen Hochwasserschutzanlagen eingezeichnet. Als Kartengrundlage wird die Digitale Stadtgrundkarte (DSGK) mit dem Basismaßstab 1:1.000 verwendet.

In der Risikokarte (Abb. 7) ist die Landnutzung in den in Szenario 2 betroffenen Gebieten dargestellt. Straßenflächen sind in den verwendeten Landnutzungsdaten nicht berücksichtigt, so dass diese in der Karte nicht dargestellt werden, obwohl sie im überfluteten Gebiet liegen. Als weitere Informationen sind die Standorte von Anlagen eingezeichnet, die bei Überflutung Wasserverschmutzungen verursachen können. Diese wurden aus der Online-Datenbank des Europäischen Schadstoffemissionsregisters (EPER) übernommen. Die Anzahl der potentiell betroffenen Einwohner wird durch die Zahl der Einwohner in den einzelnen Stadtteilen repräsentiert, die aus der Amtlichen Statistik (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2008) übernommen wurden. Diese Angabe bezieht sich somit nicht speziell auf die im von Überflutung betroffenen Gebiet lebenden Menschen. Als Kartenhintergrund wurde die Digitale Stadtkarte (DK) mit dem Basismaßstab 1:20.000 verwendet.

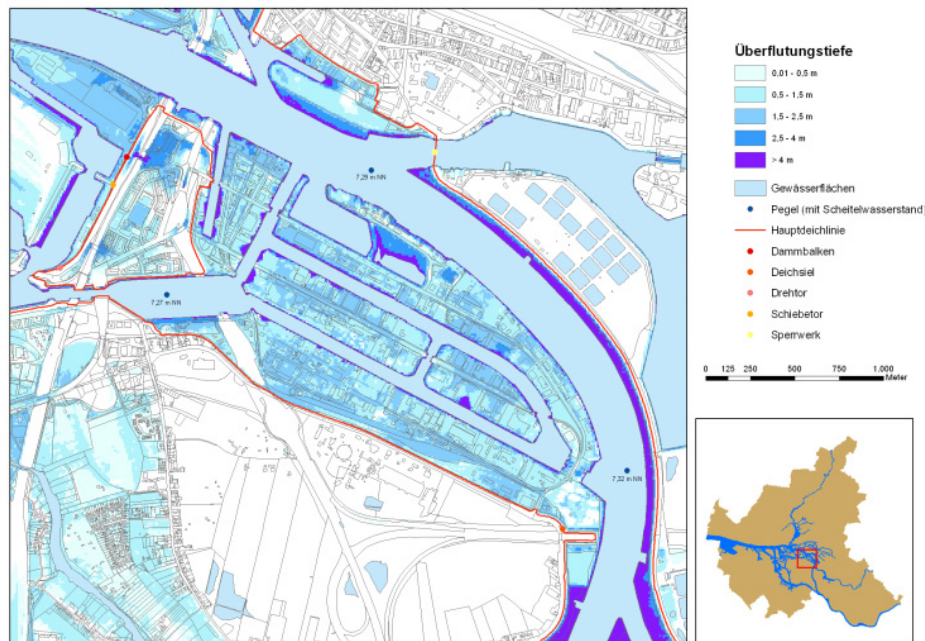


Abb. 6: Entwurf einer Hochwassergefahrenkarte (Veddel): Szenario Pegel St. Pauli 7,22 m NN

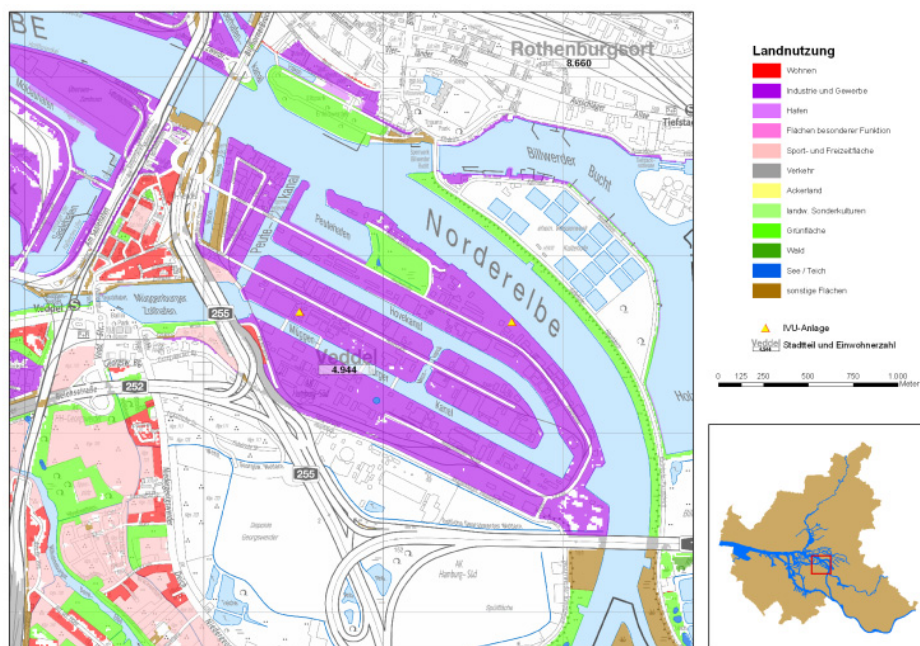


Abb. 7: Entwurf einer Hochwasserrisikokarte (Veddel): Szenario Pegel St. Pauli 7,22 m NN

7 Fazit

Die im Rahmen der Hochwasserrisiko-Analyse vorgenommene Wertermittlung sollte auf der einen Seite möglichst genau erfolgen, auf der anderen Seite schnell und kostengünstig durchführbar sowie aktualisierbar sein. Die Aktualisierbarkeit ist durch die Verwendung von Statistiken gewährleistet, da diese jährlich erstellt und veröffentlicht werden. Auch die verwendeten Kartengrundlagen werden in regelmäßigem Abstand aktualisiert, so dass Veränderungen des Baubestandes oder der Gebäudenutzung ohne großen Aufwand Rechnung getragen werden kann. Für die Überprüfung der Werte, die nicht auf Statistiken beruhen, kann eine erneute Expertenbefragung durchgeführt werden. Für eine

nutzungs- bzw. gebietsspezifische Bestimmung von Gebäudewerten wären Vor-Ort-Untersuchungen zur stichprobenhaften Ermittlung von Gebäudewerten in Hamburg nötig. Aus den so ermittelten Daten könnten Durchschnittsangaben zum Wert einzelner Gebäudeklassen entwickelt werden.

Statistische Analysen von Pegeldata im Elbeästuar sind nicht möglich, da aufgrund einer Vielzahl von Eingriffen in das hydrologische System keine homogene Datenreihe vorhanden ist. Die Ableitung eines Sturmflutscheitelwasserstands einer für den Pegel Cuxhaven ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeit stellt eine Möglichkeit dar, Sturmflutscheitelwasserstände für Extremereignisse in Ästuaren abzuschätzen. Dieses Vorgehen ermöglicht allerdings nicht die Angabe einer Eintrittswahrscheinlichkeit für den Scheitelwasserstand am Pegel St. Pauli, da bei diesem Verfahren weder die Tidedynamik im Ästuar noch der Einfluss des Oberwasserzuflusses ausreichend berücksichtigt werden können. Für die Bestimmung von Scheitelwasserständen mit einem bestimmten Wiederkehrintervall für einzelne Pegel im Elbeästuar sind demnach weitere Untersuchungen nötig.

Die Simulation von Sturmflutszenarien mit dem Programm HWSIM bietet eine gute Möglichkeit, die in Folge einer Sturmflut mit einem bestimmten Scheitelwasserstand voraussichtlich von Überflutungen betroffenen Gebiete abzuschätzen. Da die überfluteten Flächen als Grid mit einer Auflösung von 10 x 10 m berechnet werden, können die räumliche Ausdehnung und die Höhe der Überflutung im Gelände allerdings bisher nur sehr ungenau bestimmt werden. Das gewählte Vorgehen bei der Simulation von Sturmflutereignissen lässt keine Quantifizierung von Unsicherheiten bezüglich des Überflutungsverlaufes im Allgemeinen und der Deichbrüche im Speziellen zu. Für die Bestimmung solcher Unsicherheiten sind weitere Untersuchungen notwendig. Für eine belastbare Ermittlung der Folgen verschiedener Sturmflutszenarien als Grundlage für Karten und Planungen, wie sie die EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie erforderlich macht, sind außerdem zusätzliche Modifikationen des Programms notwendig, um einen höheren Detailgrad der Simulationsergebnisse erreichen zu können.

Eine Abschätzung von Schäden auf Grundlage von Überflutungscharakteristika wie beispielsweise der Überflutungshöhe war im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich. Hierfür wäre die Entwicklung von Schadensfunktionen erforderlich. Da das letzte große Schadensereignis mehr als 30 Jahre zurückliegt und es daher keine umfangreiche Datenbasis zur Aufstellung solcher Schadensfunktionen gibt, müssten die benötigten Schadensinformationen durch eine "Was-wäre-wenn"-Analyse (Buck 2006) ermittelt werden. Auf Grundlage der für die durchgeführte Untersuchung herangezogenen Daten ist es außerdem nicht möglich, die Überflutungshöhe für einzelne Gebäude zu ermitteln. Zwar lässt sich die Überflutungshöhe für jeden Punkt im GIS abfragen, doch bezieht sich diese Angabe auf die Überflutungshöhe im Gelände und lässt keine Aussage über die Höhe des Wasserstandes in den einzelnen Gebäuden zu, da das Höhenniveau des Erdgeschosses nicht automatisch mit dem Geländeniveau gleichzusetzen ist.

Auch wenn eine Schadensschätzung in Abhängigkeit von der Überflutungshöhe ohne die Verwendung von Schadensfunktionen nicht möglich ist, bietet das hier vorgestellte Verfahren eine gute Möglichkeit, sich einen Eindruck über die Anzahl der möglicherweise betroffenen Personen und die Höhe der möglichen Schäden in den im Sturmflutfall voraussichtlich von Überflutung betroffenen Gebieten zu verschaffen. Auf dieser Grundlage können im Bedarfsfall (beispielsweise in Gebieten, in denen Wertkonzentrationen ermittelt wurden) genauere Untersuchungen zum Schadenspotential durchgeführt werden.

Die Digitale Stadtgrundkarte (DSGK) stellt eine gute Grundlage für die Planung von Risikomanagementmaßnahmen dar. So ist mit ihrer Hilfe beispielsweise die Ermittlung und Lokalisierung von Gebäuden ohne Rückzugsmöglichkeit in ein höheres Stockwerk oder Gebäuden, in denen sich möglicherweise hilfsbedürftige Menschen aufhalten (Krankenhäuser, Kindergärten), möglich.

Die Erstellung von Entwürfen für Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten gemäß der EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie war im Rahmen der durchgeführten Untersuchung möglich. Die für die Gefahrenkarten notwendigen Informationen konnten mit Hilfe des Programms HWSIM

generiert werden. Aufgrund der groben Auflösung der berechneten Ergebnisse ist die Darstellung der überfluteten Flächen in Gefahrenkarten in einem Maßstab größer als 1:15.000 nicht zu empfehlen. Für die Darstellung der wirtschaftlichen Tätigkeiten in den betroffenen Gebieten wurden die von Überflutung betroffenen Gebiete im GIS mit Landnutzungsinformationen verschnitten. Da diese nicht alle erforderlichen Informationen enthielten, sollte für die Erstellung von Risikokarten der Empfehlung der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser 2008) gefolgt werden, auf die Flächennutzungsinformationen des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS-Basis-DLM) zurückzugreifen.

Literatur

- Buck, W. (2006): Zweckorientierte Aufstellung von Wasserstand-Schadensfunktionen. In: Jüpner, R. (Hrsg.): Beiträge zur Konferenz „Strategien und Instrumente zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes“, 23.-25. November 2006 in Tangermünde. Aachen, S. 165–172.
- Freistadt, H. (1962): Die Sturmflut vom 16./17. Februar in Hamburg. In: Die Küste 10 (1): 81–92.
- Gönnert, G. & U. Ferk (1996): Natürliche und anthropogen beeinflusste Entwicklung von Sturmfluten in der Deutschen Bucht und der Unterelbe. In: Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft 18: 13–31.
- Gönnert, G. (2007): Sturmfluten und der Umgang mit ihrem Risiko im Elbeästuar. In: Berichte zur Deutschen Landeskunde 81 (3): 247–266.
- Jensen, J. & T. Frank (2003): Zur Abschätzung von Sturmflutwasserständen mit sehr kleinen Überschreitungswahrscheinlichkeiten. In: Die Küste 67: 367–405.
- Jensen, J., T. Frank, C. Zimmermann, S. Mai, W. Rosenhauer, R. Meiswinkel & G. Barg (2003): Neue Verfahren zur Abschätzung von seltenen Sturmflutwasserständen. In: Hansa 140 (1): 68–79.
- Jensen, J. & C. Mudersbach (2005): Modellgestützte Untersuchungen zu Sturmfluten mit sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten (MUSE) – Teilprojekt 3: Statistisch-probabilistische Extremwertanalyse. Siegen, 94 S.
- Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer der Freien und Hansestadt Hamburg (2007): Hochwasserschutz in Hamburg. Bauprogramm 2007. Hamburg, 16 S.
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2008): Strategie zur Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie in Deutschland vom 15. September 2008. 15 S. (<http://www.hochwassernotgemeinschaft-rhein.de/pdf/LAWA%20Strategiepapier%20EU-HWRM-RL.pdf>; 21. Februar 2009).
- Reese, S. (2003): Die Vulnerabilität der schleswig-holsteinischen Küstenraumes durch Sturmfluten – Fallstudien von der Nord- und Ostsee. Kiel, 305 S.
- Sossidi, K. (2009): GIS-gestützte Analyse des Überflutungsrisikos in Hamburg unter Berücksichtigung der EU-Hochwasserrichtlinie dargestellt am Beispiel der Veddel und Teilen der Vier- und Marschlande. (unv.) Diplomarbeit. Hamburg, 125 S.
- Statistisches Amt für Hamburg & Schleswig-Holstein (2008): Hamburger Stadtteilprofile 2008. Hamburg, 258 S.
- Traeger, G. (1962): Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 im Lande Bremen. In: Die Küste 10 (1): 93–112.
- Zitscher, F.-F., R. Scherenberg & U. Varow (1979): Die Sturmflut vom 3. und 21. Januar 1976 an den Küsten Schleswig-Holsteins. In: Die Küste 33: 71–100.

Address

Kristina Sossidi

KSossidi@hotmail.com